ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

BUCOKNX HEPINN

MACLACOM

and the second

C344.0a

5-272

Дубна.

13-5413

124/1-4

С.Г. Басиладзе

3

СУММИРУЮЩИЙ ЛИНЕЙНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ, ИНТЕГРАТОР И РАЗМНОЖИТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ

13-5413

С.Г. Басиладзе

СУММИРУЮЩИЙ ЛИНЕЙНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ, ИНТЕГРАТОР И РАЗМНОЖИТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ

Направлено в ПТЭ



Суммирующий линейный усилитель

Схема предназначена для линейного усиления электрических напряжений в широком диапазоне времен - от единиц наносекунд до постоянного тока. Один блок заключает в себе два усилителя, предназначенных для работы с отрицательными сигналами. С его помощью можно производить линейн ое сложение сигналов (до девяти) и линейное разветвление их (с соответствующей потерей амплитуды при нагрузках 50 ом). Первые каскады усилителей могут использоваться также для линейного инвертирования сигналов, а вторые – для работы с импульсами положительной полярности.

Описание принципиальной схемы. Усилитель, принципиальная схема которого показана на рис. 1, состоит из двух инвертирующих каскадов с обратной связью по гоку [1+3]. Отличия описываемой схемы от известных заключаются в следующем. 1. Для задания нулевого потенциала на входах каскадов используются источники смещающего напряжения на транзисторах T_2 и T_5 . Режимы этих транзисторов и режимы T_1 и T_4 по постоянному току выбраны одинаковыми, чтобы обеспечить равенство напряжений эмиттер-база соответствующих

пар транзисторов и их одинаковый температурный дрейф. 2. Введением токозадающего сопротивления в коллекторах T₁ и Т. увеличена глубина обратной связи по току. Указанные меры обеспечивают уменьшение долговременной нестабильности выходного "нуля" до уровня ±20 мв R_г = 50 ом). 3. Введены охранные диоды D₁ + D₄ (D 311A) (при (2 D 503), защищающие эмиттерные переходы транзисторов от чD напряжения обратной полярности и диоды D_s и D₇ (D 7), защищаюшие усилитель при отключении источников питания + 24 в. 4. Усилитель может также работать в режиме ограничения выходных сигналов на уровне ≈ 1 в. Для этого используются ограничительные цепочки, состоящие из диодов D₈ и D₉ (2 D 503Б) в базах T₃ и T₆ и сопротивлений соответственно 1,2 к и 620 ом в их эмиттерах (на рис. 1 пунктиром). При этом: U вых. ≈ 1 в + 0,4. U вх [в] , а мертвое время усилителя нри 2 в < U вх < 10 в в среднем нарастает по закону: $t_M = 5$ нсек + 3 (U вх [в] - 2), т.е. например, при $U_{BX} = 5_{B}$, $U_{BDIX} = 3_{BH}$ $t_{H} = 15_{HCeK}$.

Установка "нуля" выходного напряжения производится переменным сопротивлением 1 к. Настройка усилителя сводится к установке нулевого уровня на его выходе, что свидетельствует о его исправности.

Краткие характеристики

Входное сопротивление: 50 ом \pm 10%. Выходное сопротивление: не более 5 ом. Диапазон линейной передачи сигналов:^{x)} 0 + -6 в. Коэффициент усиления: 12 \pm 15%. Интегральная нелинейность: не более 2%.

R _ = 50 ом.

х) При



5

суммирующего линейного схема Принці ИС

Время задержки выходного сигнала: не более 5 исек.

Время нарастания фронта выходного сигнала: 2,5 ясек <u>+</u> 20%. Следует помнить, что в линейном режиме транзистором рассеивается в импульсе значительная мощность, поэтому отношение эмплитуды (в вольтах) к скважности выходных импульсов усилителя не должно превышать 0,5. Для улучшения линейности или увеличения выходной мощности параллельно транзистору T₆ можно включить добавочный транзистор, подключив их эмиттеры раздельно к каждому из сопротивлений 27 ом.

Интегратор

Интегратор предназначен для получения импульсов, пригодных для работы с анализатором, имеющих амплитуду, пропорциональную Заряду, поступившему на вход схемы (например, с анода фотоумножителя). Блок заключает в себе два интегратора, работающих с отрицательными сигналами на нагрузку с сопротивлением 400 ом. Постоянная времени интегрирования и величины интегрирующих емкостей выбраны таким образом, чтобы обеспечить работу схемы в диапазоне длительных входных импульсов 5 + 200 нсек.

Описание принципиальной схемы. Вход интегратора выполнен на транзисторе T_1 , включенном по схеме с общей базой (рис. 2). Транзистор T_2 , так же как и в усилителе, используется для задания смещающего напряжения на базу T_1 . Входной ток с коллектора T_1 подается на интегрирующую емкость C_1 (150/25 пф) [4 - 5]. Величина постоянной интегрирования $R_1C_1 = 2$ мксек ($R_1 = 20$ к).



7

Рис. 2. Принципиальная схема интегратор

Отличительной особенностью интегратора является включение индуктивности $L_1 = 200$ мгн в коллектор T_1 для задания стабильного потенциала по постоянному току. Величина ее выбрана достаточно большой для того, чтобы заряд с интегрирующей емкости стекал полностью через сопротивление R_1 , при этом сдвиг постоянного уровня при повышении загрузки практически отсутствует.

При замкнутом положении тумблера $T f_{1}$ ("быстрый" режим) импульс с временем нарастания, равным длительности входного сигнала, и временем спада ~4 мксек подается на буферные эмиттерные повторители T_{3} и T_{4} и через опорный диод D_{4} , смещающий потенциал до - 0,3 в, - на выходные эмиттерные повторители $T_{5}-T_{7}$. Регулиров ка "нуля" на выходе осуществляется переменным сопротивлением 2 к.

Поскольку в "быстром" режиме передний фронт выходного импульса короче, нежели обычно требуется для анализатора, в схеме предусмотрен "медленный режим", реализуемый при разомкнутом положении тумблера Т 1 В этом случае последовательно с интегрирующей цепочкой включается колебательное звено L₂ - C₂ (L₂ = 0,5 мгн, C₂ = 50 пф, R₂ = 5,6 к), стандартизирующее время нарастания импульса и его спад на уровне 0,5 мсек без потери в амплитуде. Сле-

дует, однако, учитывать, что в этом режиме на выходе интегратора в интервале до 4 мксек присутствуют "послеимпульсы" той же длительности с уменьшающейся амплитудой.

Диоды D₁ := O₃ (D 311A) в схеме - предохранительные и используются для срезания импульсов положительной полярности.

Краткие характеристики Входное сопротивление: 50 ом <u>+</u> 10%. Выходное сопротивление: не более 10 ом. Диапазон линейной передачи выходных сигналов: 0 +-10 в. Коэффициент передачи (на одну нсек входного импульса): 0.05 + 0.075 нсек⁻¹.

Интегральная нелинейность: не более 1,5%. Время нарастания выходного сигнала: а) в "быстром" режиме равно длительности входного сигнала;

б) в "медленном" режиме - 0,5 мксек.

Мертвое время: не более 5 мксек.

Интегратор имеет выход напряжения (T_5), токовый выход (T_6) и выход с регулируемым коэффициентом передачи (T_7).

<u>Размножитель</u>

Линейный размножитель (рис. 3) является одной из модификаций схем, построенных на основе эмиттерных повторителей [6,7]. В отличие от этих схем для получения гальванической связи между входом и выходом, а также сохранения нулевого уровня потенциала в нормальном состоянии используется вспомогательный эмиттерный повторитель на транзисторе с дополнительным типом проводимости. Для предохранения закрывания этого транзистора передним фронтом импульса, а также для ликвидации колебательного режима работы между базой и эмиттером T₁ включена корректирующая емкость 100 пф. В коллекторы выходных транзисторов включены токоограничивающие предохранительные сопротивления 27 ом.

Размножитель может быть использован в качестве согласующего элемента как для микросекундных блоков задержки (с $\rho = 400$ ом), так и для наносекундных блоков, поскольку его входное сопротивление равно 400 ом параллельно с нагрузкой на первом выходе. Собственная задержка схемы не более 3 нсек, время нарастания 2 нсек <u>+</u> 20%. Коэффициент передачи: 0,8 <u>+</u> 10%, диапазон линейной передачи сигналов 0 + -6 в (на нагрузку 50 ом).

8

Все схемы выполнены на высокочастотных транзисторах типа 1T311Е и 1T313B^{x)}. Для предотвращения высокочастотной генерации на холостом ходу выходы усилителя и размножителя постоянно нагружены на сопротивление 200 ом (см. рис. 1 и 3).

Описанные схемы успешно использовались в течение длительного времени в экспериментах на синхрофазотроне ОИЯИ.

В заключение автор считатет своим долгом поблагодарить И.Ф. Колпакова и В.Я. Гвоздева за оказанную помощь, а также А.А. Рюмина за мотаж схем.

Литература

- 1. M.Goyot, J.-J. Samueli and A. Sarazin, Nucl. Instr. and Meth. <u>46</u>, No 1, 1967.
- K. Wille, Nucl. Instr. and Meth., <u>72</u>. No 3, 1969, 314 :- 316.
- 3. В.Н. Зубарев, В.И. Иванов, Н.С. Мороз, В.Б. Радоманов, В.С. Ставинский. Препринт ОИЯИ 13-4892, Дубна, 1970.
- 4. G. White. Nucl. Instr. and Meth., 45, 1966, 270 -: 274.
- 5. R.Visentin, Nucl. Instr. and Meth., 69, 1969, 357 + 358.
- Ю.К. Акимов, С.Г. Басиладзе, Ю.Г. Будяшов, Б.А. Зеленов, В.Г. Зинов, И.Ф. Колпаков, Л.К. Лебедев, И. Манца, М.А. Плышевский. Препринт ОИЯИ 13-3700, Дубна, 1968.
- Ю.Б. Бушнин, А.Ф. Дунайцев, В.А. Сенько. Препринт ОИЯИ 13-4720, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел

22 октября 1970 года.



11

x) За исключением эмиттерных повторителей T₃ + T₇, выполненных на транзисторах 1T308B.