

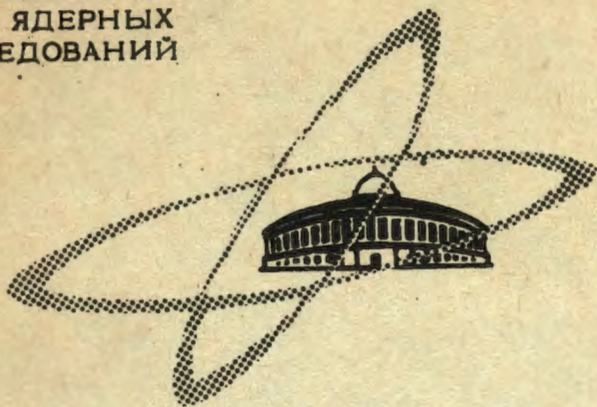
Г-788

31/VII - 68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 3889



А. Г. Грачев

СХЕМА ЗАДЕРЖКИ И ПРОПУСКАНИЯ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

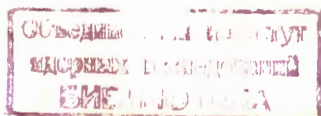
1968

13 - 3889

А.Г.Грачев

СХЕМА ЗАДЕРЖКИ И ПРОПУСКАНИЯ

Направлено в ПТЭ



4357/2 пр

На импульсных ускорителях заряженных частиц почти во всех экспериментах по изучению ядерных взаимодействий используются схемы задержки и пропускания с плавной регулировкой длительности последних. К настоящему времени известно очень много различных схем задержки импульсов /1,2,3,4/ и формирователей потенциалов управления на элементы пропускания. Некоторые схемы позволяют получать регулируемые задержки в диапазоне от долей миллисекунд до нескольких минут /2/. Однако все они имеют те или иные недостатки с точки зрения: частных условий работы на ускорителях заряженных частиц. Одни схемы обеспечивают регулируемое перекрытие большого интервала времени, но имеют недопустимо большие времена восстановления, малые температурные и временные стабильности и требуют дополнительных схем для получения потенциалов управления с крутыми фронтами. Другие же, наоборот, имеют очень стабильные временные характеристики, но не позволяют получать требуемые перекрытия регулируемых временных интервалов.

Ниже приводится предельно простая, практически достаточно стабильная, с большим коэффициентом перекрытия регулируемого временного интервала схема. Схема позволяет получать столики управляющих потенциалов с фронтами нарастания и спада меньшими 0,1 мксек при плавной регулировке длительности пропускания от нескольких до 600 мсек. Эта же схема дает возможность получать регулируемые задержки импульсов от 20 + 30 мсек до 5 и более сек.

Схема задержки и пропускания

Схема блока задержки и пропускания приведена на рис.1. Эта схема составлена из двухстабильного быстрого триггера (триоды T_1 и T_2)

с запуском по коллектору с помощью двух дополнительных триодов T_3 , T_4 , переходной цепи с эмиттерным повторителем T_5 , стабилитроном Д808 и фазоинвертором T_6 , схемы линейного заряда емкости C , выходного эмиттерного повторителя T_9 с ключами пропускания T_{10} , T_{11} , T_{12} и каскада формирования задержанного импульса T_{14} .

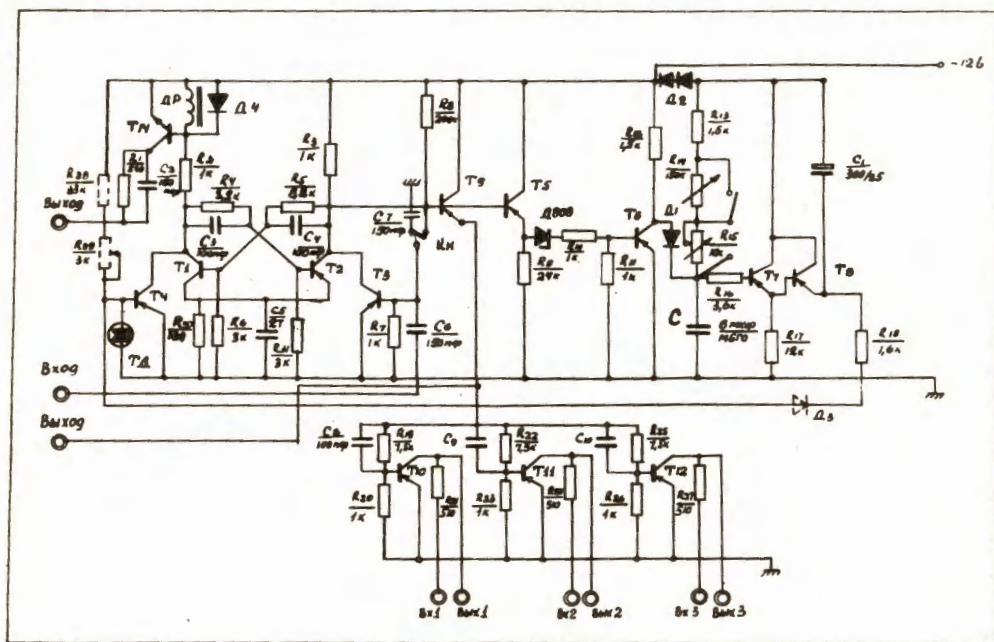


Рис.1. Схема задержки и пропускания

Запускается схема отрицательными входными импульсами амплитудой от 0,5 в и больше по базе триода T_3 . В схеме предусмотрен и ручной запуск триггера кнопкой K . С подачей на вход схемы отрицательного импульса триггер опрокидывается в состояние, когда открыто его правое плечо. Это плечо триггера через эмиттерный повторитель T_5 и стабилитрон Д808 подсоединено к базе фазоинвертора T_6 . Стабилитрон в схему введен

для того, чтобы исключить использование триггера с внешним смещением и получить схему, работающую от одного источника стандартного напряжения питания - 12в. При использовании двухстабильного триггера с автосмещением в открытом плече триггера имеется достаточно большое отрицательное напряжение, поэтому для полной развязки базы фазоинвертора Т6 от этого напряжения и использован стабилитрон Д808. Фазоинвертор Т6 введен для получения минимального начального напряжения зарядной емкости С. С запирающим фазоинвертора запирается диод Д1 и емкость С начинает заряжаться через сопротивления R13, R14, R15. Напряжение заряда емкости усиливается двухкаскадным эмиттерным повторителем. К выходу второго эмиттерного повторителя подключена емкость С1. Она используется в качестве подвешенного дополнительного источника питания зарядной цепи емкости С. Как только напряжение заряда емкости С с напряжением подвижной емкости С1 по величине превысит напряжение источника питания, диоды Д2 закроются и тем самым полностью отсекут зарядную цепь емкости С от источника питания. С этого момента емкость С заряжается напряжением емкости С1, при этом напряжение заряда поддерживается почти постоянным. За счет этого и получается почти линейное нарастание напряжения. Это позволяет получить большую стабильность длительности потенциала управления.

В исходное состояние схема возвращается при достижении определенного фиксированного значения линейно нарастающего напряжения на емкости С. Это значение напряжения определяется порогом срабатывания туннельного диода ТД, подсоединенного в выходному эмиттерному повторителю через сопротивление R18. С опрокидыванием туннельного диода отпирается триод Т4 и триггер схемы возвращается в исходное состояние, отпирая через повторитель Т5 и диод Д808 фазоинвертор Т6. В результате этого емкость С начинает разряжаться через прямое сопротивление диода Д1 и сопротивление открытого перехода коллектор-эмиттер триода Т6. Так как эти сопротивления незначительны, то постоянная времени разряда, а, следовательно, и время восстановления схемы по цепи разряда емкости также незначительно и примерно равно:

$$t = 3-4 C (R_{д} + R) ,$$

где R - сопротивление коллектор-эмиттер открытого перехода триода Т6; R_D - прямое сопротивление диода Д1.

Для повышения стабильности работы схемы задержки и пропускания диоды Д1 и Д2 следует подобрать с как можно большими обратными сопротивлениями. Входное сопротивление двухкаскадного эмиттерного повторителя также должно быть максимально возможным. Однако увеличение входного сопротивления выходных эмиттерных повторителей за счет увеличения нагрузочных сопротивлений, больших 12+16 ком, приводит к выходу схемы из нормального режима примерно после месячного срока ее эксплуатации. Это, очевидно, происходит из-за явления накопления зарядов на базе второго эмиттерного повторителя.

Постоянная времени восстановления схемы по цепи заряда емкости С1 значительно больше постоянной времени разряда емкости С и равна:

$$\tau_{R1} = (R_{18} + R_{D2}) C1,$$

где R_{D2} - прямое сопротивление двух последовательно соединенных диодов Д2.

При желании и необходимости время восстановления схемы по цепи заряда емкости С1 можно сделать равным постоянной времени разряда емкости С, если включить подвешенную емкость С1 к цепи заряда емкости С через эмиттерный повторитель, подсоединенный своим коллектором к дополнительному источнику питания с напряжением

$$|E| > | -12 \text{ в} - U_m |,$$

где U_m - максимальное значение линейно-нарастающего напряжения на емкости С. Такое включение емкости С1 позволит практически уменьшить ее величину на коэффициент усиления тока эмиттерным повторителем или в β раз.

Схема включения емкости С1 через дополнительный эмиттерный повторитель к цепи заряда емкости С приведена на рис.2.

Если в схеме, показанной на рис.1, емкость С1 должна быть больше емкости С более чем в двадцать раз, то в схеме, показанной на рис.2, она может быть равна или меньше емкости С.

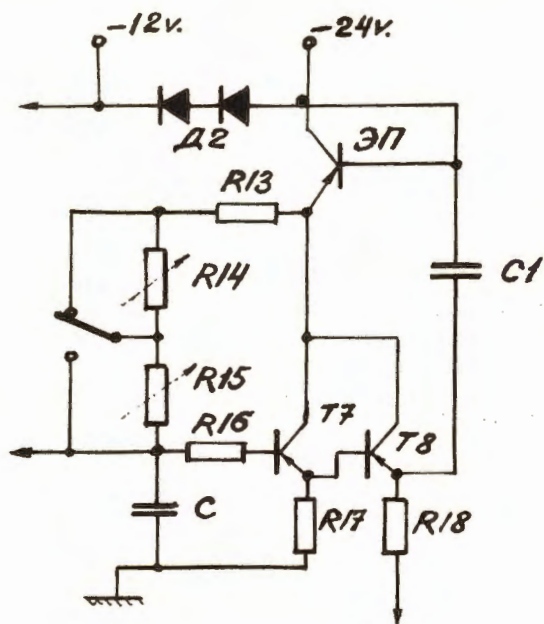


Рис.2. Схема включения подвешенной емкости $C1$ через эмиттерный повторитель.

Выходное напряжение управления берется с правого плеча триггера схемы через эмиттерный повторитель Т9. Это напряжение выводится на выходную фишку и подается через делители на базы ключей на триодах Т10, Т11, Т12. Каждый ключевой триод для надежной работы "ключа" требует тока базы, равного 1 ма. В зависимости от типа триода, использованного в качестве ключа, входной импульс на входе пропускания может иметь амплитуду до - 8 вольт (для триодов типа р-п-р). Желательно в качестве ключевых триодов использовать триоды с $\beta \geq 50$.

Для получения задержанного импульса в левое плечо триггера включен дроссель. При возвращении триггера в исходное состояние с дросселя снимается положительный импульс напряжения на базу триода типа П502-Т14.

Эта схема может быть использована как схема пропускания с регулировкой длительности пропускания от 4 до 600 мсек при емкости C равной 6 мкф и как схема задержки с регулировкой задержки от нескольких десятков до 5 и более секунд при емкости $C = 20$ и более мкф.

Длительность фронтов нарастания и спада управляющего напряжения в этой схеме определяется скоростью опрокидывания триггера схемы.

В настоящее время полупроводниковые триоды позволяют получать триггеры с временем опрокидывания, меньшим 0,1 мсек.

Эта схема проверялась на стабильность получения задержки при изменении температуры от 20°C до 40°C при задержке 3 сек. Измерения показали, что стабильность задержки лучше 8%. Эти измерения проводились при фиксировании верхнего уровня линейно нарастающего напряжения с помощью стабилитрона Д808, подсоединенного к базе триода Т4. После перехода с диода Д808 на 5ма туннельный диод типа ЗИ301В схема на стабильность работы не проверялась.

Уровень срабатывания туннельного диода при желании можно сделать регулируемым, если ввести в схему (рис.1) элементы, изображенные пунктиром.

Л и т е р а т у р а

1. А.С.Сидоров. "Пересчетные схемы на туннельных диодах". Полупроводниковые приборы и их применение. Сборник статей №14. Изд. Советское радио, Москва, 1965 г.
2. D.V.Jones. Quick-on-the-trigger design. Electronics 1965 M12, p.105.
3. А.М.Тищенко и др. Расчет и проектирование импульсных устройств на транзисторах. "Советское радио", выпуск 1964г. стр. 349-418.
4. Ю.А.Бычков. Устройство для автоматического просмотра ядерных фотоэмulsionей. Диссертация, Дубна, ОИЯИ, 1964г.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 мая 1968 года.