

пульсами и амплитуда U второго импульса могли изменяться в пределах $100 < \tau_{12} < 1000$ мксек и $0 < U < 20$ в. Период T следования пар импульсов был много больше величины τ_{12} . Напряжение с одного из анодов исследуемого мультивибратора подавалось на осциллограф со ждущей разверткой; длительность последней выбиралась так, чтобы на экране было видно несколько импульсов. Амплитуда первого импульса выбиралась достаточной для срабатывания мультивибратора. Тогда

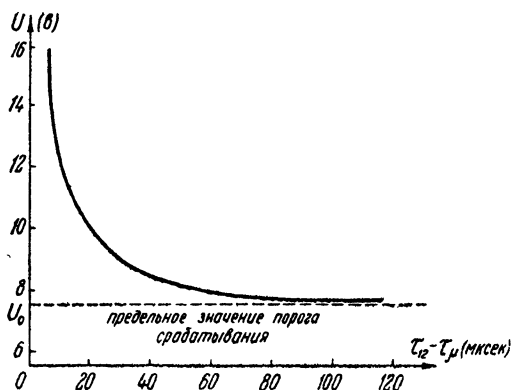


Рис. 2.

при фиксированном τ_{12} между импульсами пары второй импульс вызывает срабатывание мультивибратора, если амплитуда его превышает пороговое значение U . Определение величины U производилось при различных интервалах времени между импульсами, что дало возможность экспериментально определить зависимость $U = F(\tau_{12} - \tau_{\mu})$. Одна из экспериментальных кривых, представляющих эту зависимость, изображена на рис. 2.

2. ПРОЦЕССЫ В ЦЕПОЧКЕ ЖДУЩИХ МУЛЬТИВИБРАТОРОВ

Рассмотрим цепочку ждущих мультивибраторов с приблизительно одинаковыми параметрами. Запуск каждого мультивибратора производится импульсом, который образуется при дифференцировании заднего фронта отрицательного импульса предыдущего мультивибратора. Полученные таким образом запускающие импульсы имеют передний фронт конечной длительности, вследствие чего запуск мультивибратора происходит с задержкой τ относительно начала заднего фронта импульса от предыдущего мультивибратора. Эта задержка зависит от величины порога срабатывания.

Рассмотрим случай, когда на вход ждущего мультивибратора подаются два импульса, расстояние между которыми больше, чем длительность импульса мультивибратора (рис. 3а). Предположим, что к моменту поступления первого импульса порог срабатывания мультивибратора имеет предельную величину U_0 . При этом запуск мультивибратора первым из импульсов пары будет осуществляться в некоторый момент t' . Через время τ_{μ} импульс мультивибратора кончится, и порог его срабатывания начнет изменяться по кривой $U(t)$ (см. рис. 3а)*. К моменту подачи второго импульса $U(t)$ будет больше U_0 , что вызовет дополнительную задержку момента t'' срабатывания мультивибратора. Последнее приводит к увеличению расстояния между импульсами мультивибратора на величину Δt_0 . Прохождение импульсов через второй мультивибратор приведет к дальнейшему увеличению расстояния между ними. Это расстояние можно найти графически, воспользовавшись построением рис. 3а и выбрав на нем начальное расстояние между импульсами $\tau'_{12} = \tau_{12} + \Delta t_0$ (см. рис. 3б). Можно, однако, не повторять построения кривой $U(t)$ и проследить изменение расстояния между импульсами так, как это показано на рис. 3в. На рисунке 3в за начало отсчета напряжений принята величина U_0 ; при этом величина Δt_1 характеризует увеличение расстояния между им-

* За начало отсчета напряжений принято постоянное напряжение на сетке триода Л₁.

пульсами после прохождения второго мультивибратора. Для третьего мультивибратора расстояние между импульсами равно $\tau_{12}'' = \tau_{12} + \Delta t_0 + \Delta t_1$, а соответствующая задержка равна Δt_2 . Продолжая построение, мы получим последовательность величин $\Delta t_0, \Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n, \dots$, характеризующих нарастание расстояния между импульсами.

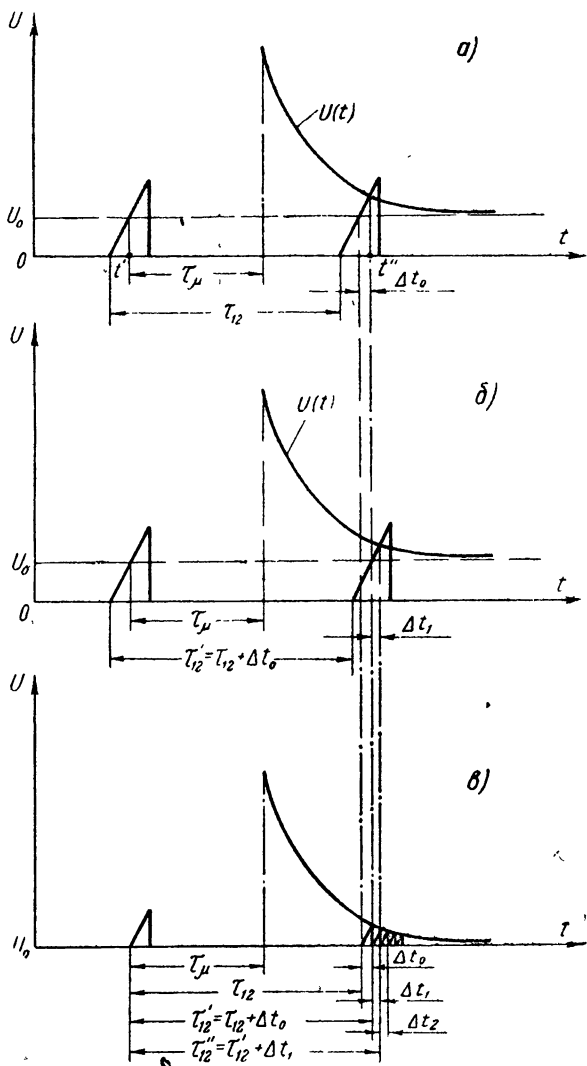


Рис. 3.

3. ПРОЦЕССЫ В КОЛЬЦЕ ЖДУЩИХ МУЛЬТИВИБРАТОРОВ

Рассмотрим сначала ждущий мультивибратор, выход которого соединен с его входом линией задержки с фиксированным временем задержки T . Пусть в момент $t = 0$ мультивибратор запускается первым импульсом, а в момент $t = t_0 + \Delta t_0$ мультивибратор срабатывает под воздействием второго импульса; при этом Δt_0 — задержка срабатывания (см. рис. 4а). В момент T на мультивибратор снова придет первый импульс, который вызовет срабатывание в момент $T + \Delta t_1$. Интервал между вторым и третьим моментами срабатывания мультивибратора $t_1 = T + \Delta t_1 - t_0 - \Delta t_0$.

фике $U(t)$ точку, соответствующую второму поступлению второго импульса. Продолжая такое построение, получим последовательность $t_0, t_1, \dots, t_i, \dots$ интервалов между импульсами. Из графика нетрудно заметить, что эта последовательность стремится к $T/2$ независимо от величины начального расстояния между импульсами.

Приведенные выше рассуждения справедливы и для кольца, составленного из ждущих мультивибраторов. В самом деле, прохождение пары импульсов через второй мультивибратор кольца мало отличается от второго прохождения пары импульсов через мультивибратор эквивалентной схемы, изображенной на рис. 4а. Поэтому в первом приближении можно считать, что кольцо ждущих мультивибраторов можно заменить этой схемой, считая время задержки $T = m\tau_m$ (m —число мультивибраторов в кольце). Заметим, что процесс установления стационарного состояния в кольце происходит быстрее, чем в схеме, состоящей из ждущего мультивибратора и линии задержки*.

Кольцо мультивибраторов может быть использовано для „нормализации“ временных расстояний между импульсами, что может оказаться полезным в приложениях. Ускорение „нормализации“ может быть достигнуто или путем затягивания заднего фронта импульса мультивибратора, или за счет увеличения постоянной времени установления порога срабатывания.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность К. Ф. Теодорчику, М. Д. Карасеву и М. Л. Цетлину за руководство и ценную помощь в работе.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л. А. Меерович, Л. Г. Зеличенко, Импульсная техника, изд. Сов. радио, М., 1954.
2. Б. Х. Кривицкий, Импульсные схемы и устройства, изд. Сов. радио, М., 1955.

Московский государственный
университет

Поступила в редакцию
12 июля 1958 г.

* Более полное рассмотрение, позволяющее точнее оценить время установления стационарного состояния, можно провести, пользуясь построениями рис. 3в и 4б.