

# Генераторы прямоугольных импульсов

Болотских Алексей Александрович

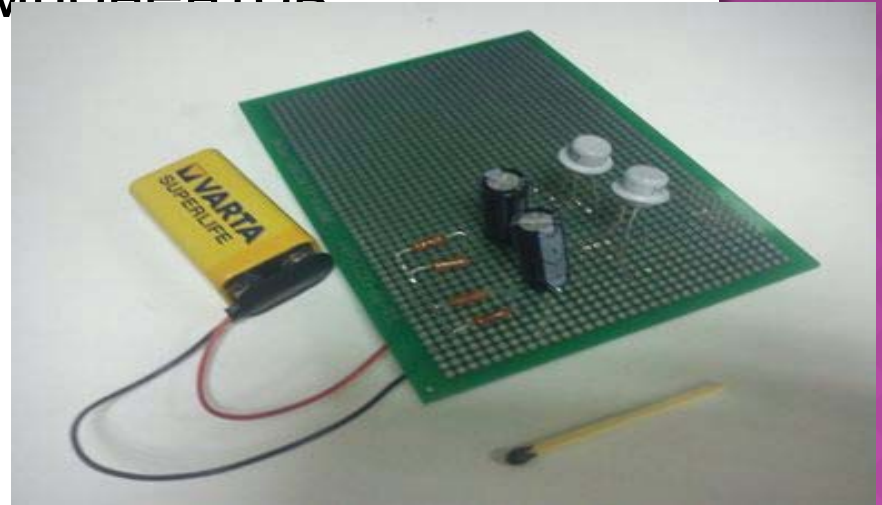
10 «А» класс

МОУ «СОШ №6 с углубленным изучением  
отдельных предметов»

Научный руководитель: Лавров Алексей  
Васильевич

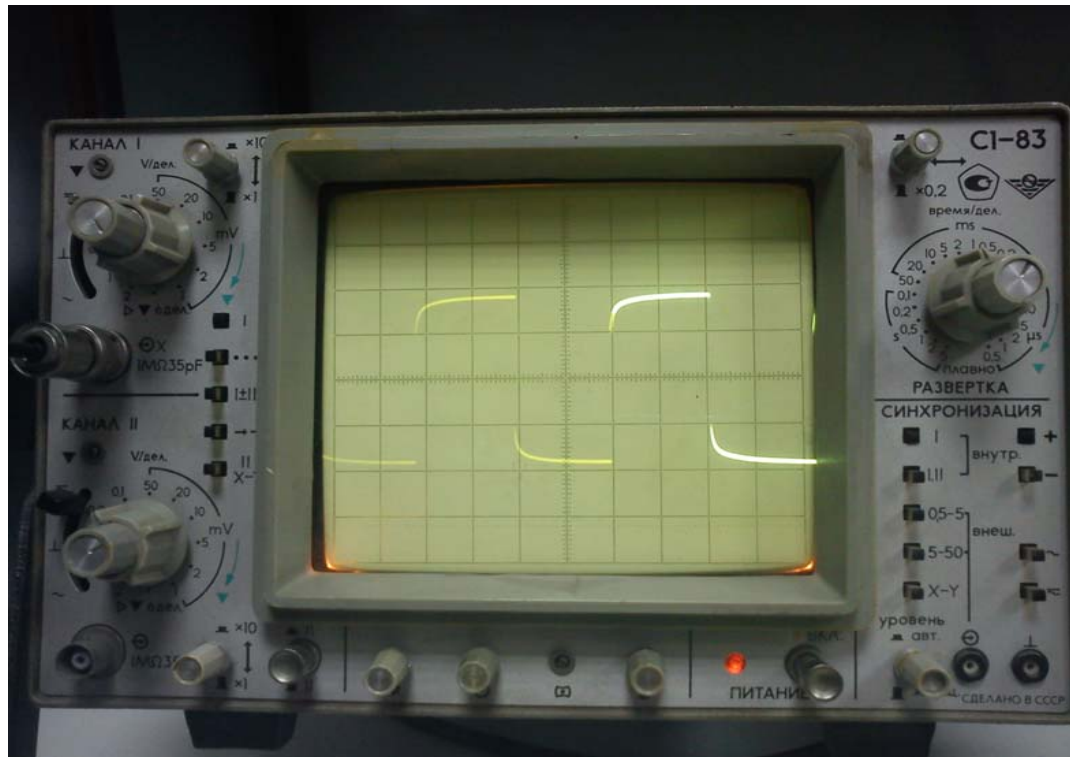
# ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Изучить теорию и принципы работы элементов цифровой техники на примере генераторов прямоугольных импульсов. Собрать действующую модель устройства. Изучить зависимость параметров выходных сигналов от значений его отдельных пассивных компонентов



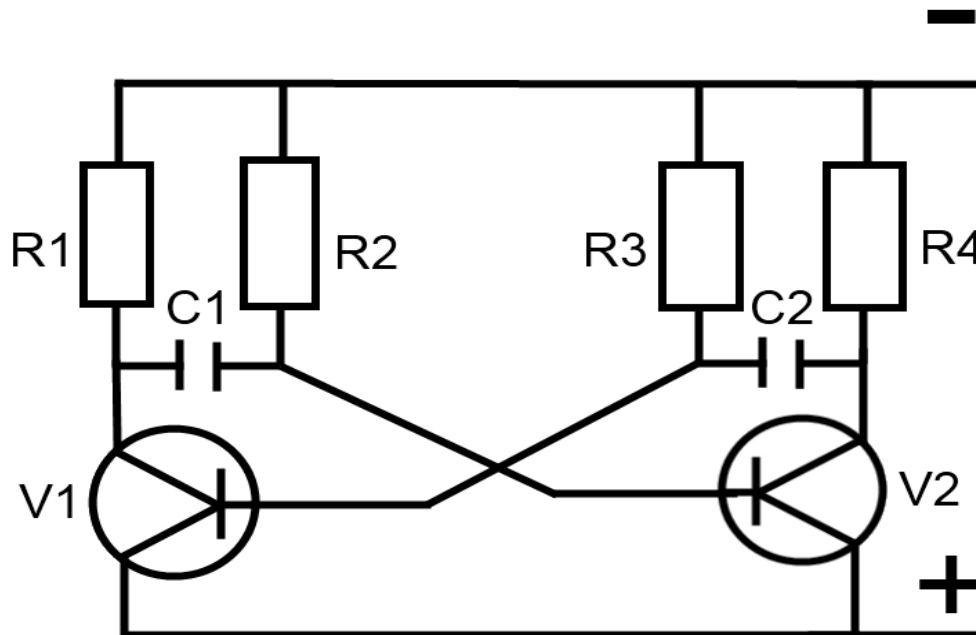
# ГИПОТЕЗА

- Мультивибратор – релаксационный генератор электрических колебаний прямоугольного типа с крутыми фронтами и небольшой скважностью.



# ЗАДАЧИ

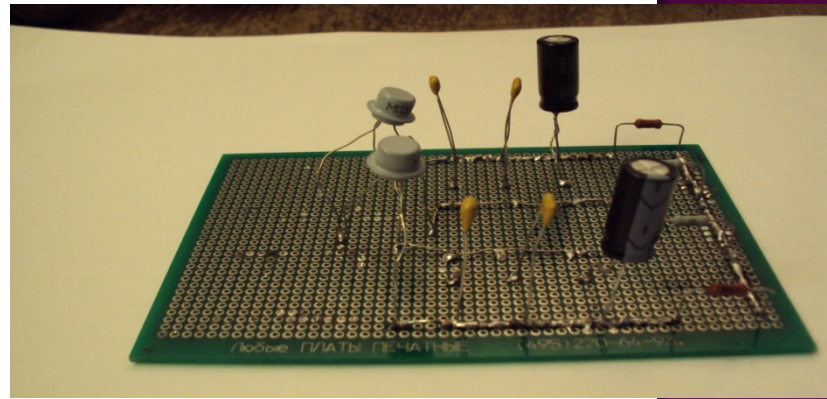
- Изучить работу мультивибратора
- Найти схему мультивибратора
- Подобрать составляющие части
- Собрать мультивибратор



# МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ:

- Знакомство с устройством мультивибратора из книг Е. Айсберга «Транзистор это очень просто», Ю.Ф. Опадчего, О.П. Грудкина, А.И. Гурова «Аналоговая и цифровая электроника»,
- Изучение материала в Интернете
- Консультация с научным руководителем работы Лавровым А.В., преподавателями Сергеевой Е.О. - учителем физики, Супряга О.Н. - руководителем школьного кружка «Электроника».
- Сборка макета мультивибратора.
- Исследование зависимости параметров выходных импульсов от значений элементов схемы.

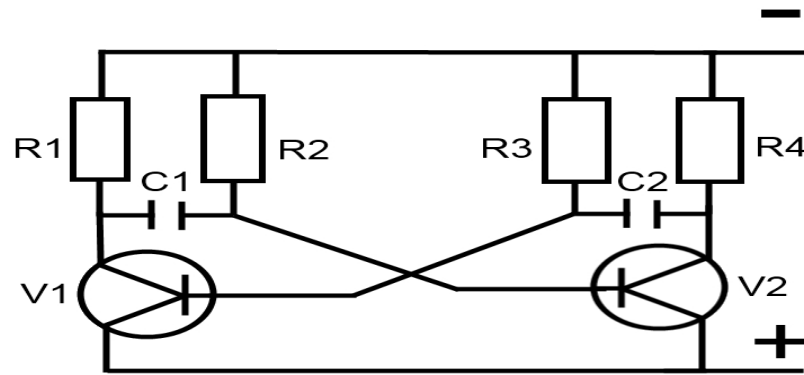
# МУЛЬТИВИБРАТОР



- Мультивибратор является одним из самых распространённых генераторов импульсов прямоугольной формы, представляющий собой двухкаскадный резистивный усилитель с глубокой положительной обратной связью. В электронной технике используются самые различные варианты схем мультивибраторов, которые различаются между собой по типу используемых элементов (ламповые, транзисторные, тиристорные, микроэлектронные и т.д.), режиму работы (автоколебательный, ждущий синхронизации), видам связи между усилительными элементами, способам регулировки длительности и частоты генерируемых импульсов и так далее.

- Симметричным мультивибратор называют при попарном равенстве сопротивлений  $R1$  и  $R4$ ,  $R2$  и  $R3$ , ёмкостей  $C1$  и  $C2$ , а также параметров транзисторов  $V-1$  и  $V-2$ .
- Симметричный мультивибратор генерирует сигнал «меандрового» типа, то есть сигнал, в периоде которого длительность импульса и длительность паузы одинакова.
- Симметричный мультивибратор по «классической» схеме широко используется для учебных и демонстрационных целей в качестве простейшего по устройству генератора электрических колебаний. Данная схема обладает понятностью и очевидностью, а также не требует для реализации неудобных в расчётах и сборке индуктивностей и трансформаторов.

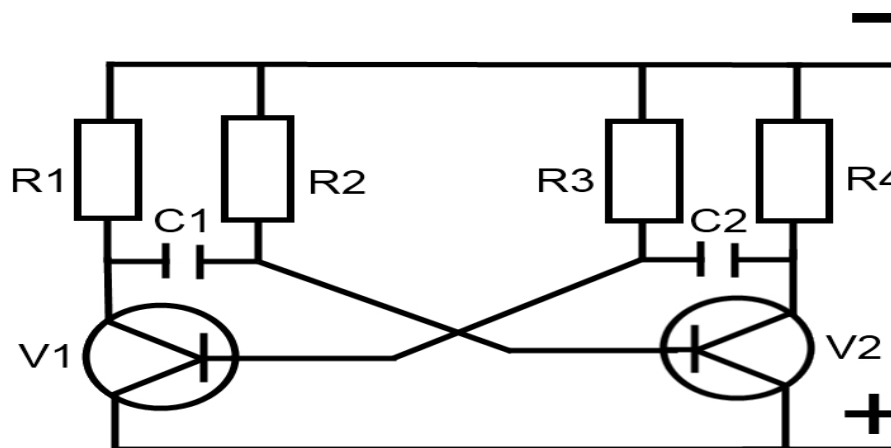
# ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ



- Схема транзисторного мультивибратора с коллекторно-базовыми ёмкостными связями. В автоколебательном режиме мультивибратор имеет два неустойчивых состояния.
- Состояние 1: транзистор V-1 закрыт, V-2 открыт и насыщен, C1 быстро заряжается базовым током V-2 через R1 и V-2, после чего при полностью заряженном C1 (полярность заряда указана на схеме) через R1 не течет ток, напряжение на C1 равно (ток базы V-2)\* R2, а на коллекторе V-1 — питанию.
- Напряжение на коллекторе V-2 невелико (падение на насыщенном транзисторе).



- Состояние 2: то же, но в зеркальном отражении.
- Переход из состояния в состояние: в состоянии 1 C2 начинает медленно перезаряжаться через открытый V-2 и R3. Отрицательное напряжение на нём уменьшается, а напряжение на базе V-1 — растёт, пока через довольно длительное время не достигнет положительного значения.
- Это приведет к началу открытия TR-1, появлению коллекторного тока через R1 и Q1 и падению напряжения на коллекторе V-1 (падение на R1). Так как C1 заряжен и быстро разрядиться не может, это приводит к падению напряжения на базе V-2 и началу закрытия V-2.

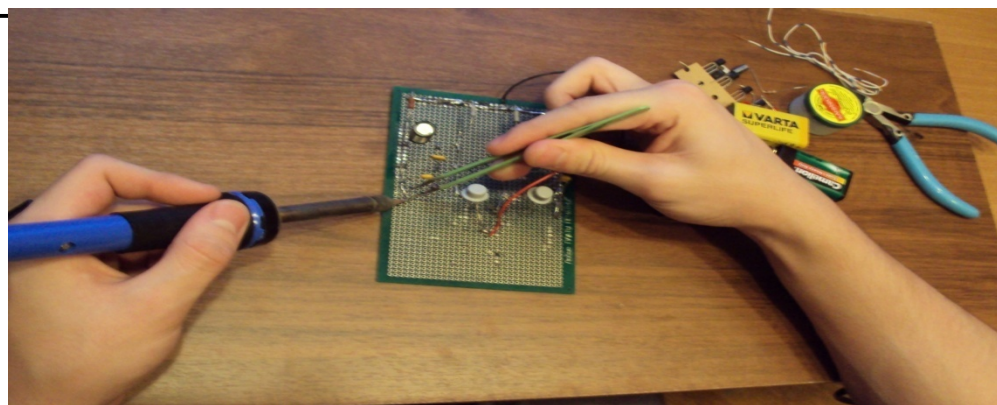


# МЕТОД СБОРКИ МУЛЬТИВИБРАТОРА:

- На макетной плате был собран мультивибратор. Транзисторы должны быть низкочастотными (МП39 - МП42), так как у высокочастотных транзисторов очень маленькое пробивное напряжение эмиттерного перехода. Основные параметры транзисторов приведены в таблице.

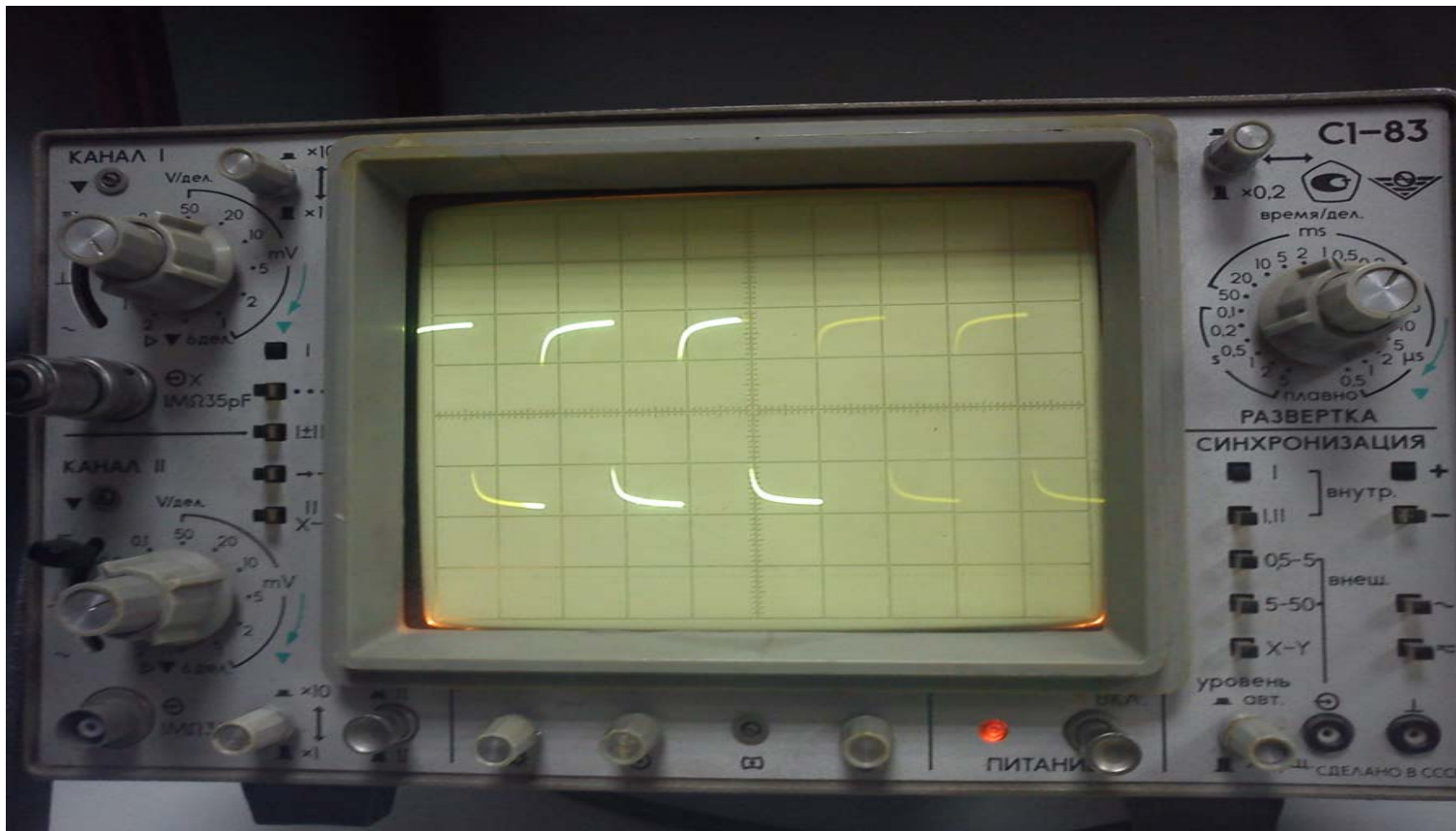
Тип прибора	Предельные значения параметров при $T_{п} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$					Значения параметров при $T_{п} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$						Рисунки
	$I_{к.макс.}$ мА	$I_{к.и.макс.}$ мА	$U_{кэ.гр.}$ { $U_{кэ0.макс.}$ }, В	$U_{эб0.макс.}$ В	$P_{к.макс.}$ { $P_{к.и.макс.}$ }, мВт	$h_{21э}$ { $h_{21Э}$ }	$U_{кб.}$ { $U_{кэ}$ }, В	$I_{э.}$ { $I_{к}$ }, мА	$U_{кэ.нас.}$ В	$I_{кб0.}$ мкА	$f_{гр.}$ { $f_{21}$ }, МГц	
МП39	30	150	15	10	150	12	5	1	–	15	0,5	6
МП39Б	30	150	15	10	150	20...60	5	1	–	15	0,5	6
МП40	30	150	15	10	150	20...40	5	1	–	15	1	6
МП40А	30	150	30	10	150	20...40	5	1	–	15	1	6
МП41	30	150	15	10	150	30...60	5	1	–	15	1	6
МП41А	30	150	15	10	150	50...100	5	1	–	15	1	6
МП42	100	200	15	–	200	{20...35}	{1}	{10}	0,2	25	1	6
МП42А	100	200	15	–	200	{30...50}	{1}	{10}	0,2	25	1	6
МП42Б	100	200	15	–	200	{45...100}	{1}	{10}	0,2	25	1	6

- ⦿ Электролитические конденсаторы С1 и С2 - типа К50 - 6, К50 - 3 (их импортные аналоги) на номинальное напряжение 10 - 12 В. Сопротивления резисторов могут отличаться от указанных на схеме до 20%. Важно, чтобы возможно одинаковыми были номиналы нагрузочных резисторов R1, R4 и базовых резисторов R2, R3. Для питания была использована батарея "Крона" с напряжением 9 В. В коллекторную цепь любого из транзисторов включите миллиамперметр (РА) на ток 10 - 15 мА, а к участку эмиттер - коллектор того же транзистора подключите высокоомный вольтметр постоянного тока (РУ) на - напряжение до 10 В. Проверив монтаж и особенно внимательно полярность включения электролитических конденсаторов, мультивибратор был подключен к источнику питания, был

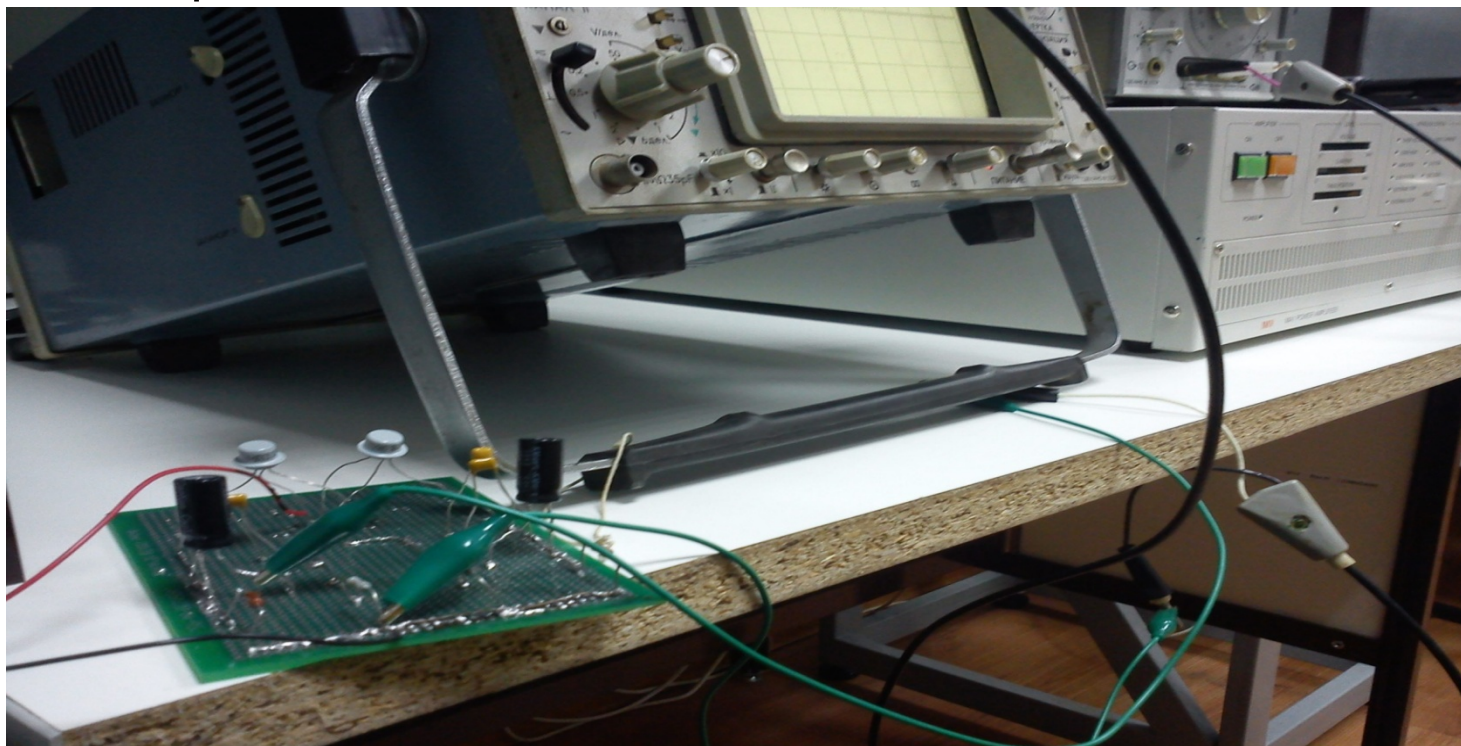


# ИТОГ:

- Мультивибратор генерирует электрические колебания прямоугольной формы. В сигнале мультивибратора, независимо от того, с какого выхода он снимается, можно выделить импульсы тока и паузы между ними.



- Интервал времени с момента появления одного импульса тока (или напряжения) до момента появления следующего импульса той же полярности принято называть периодом следования импульсов  $T$ . Увеличивая значение конденсаторов в 2, 4 раза, длительность периода увеличивается в такое же число раз. При измерениях длительность импульса и паузы равны. Следовательно, собранный мультивибратор - симметричный.



# ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИВИБРАТОРА



- Всякого вида устройства мигающего света (елочные, игрушечные, сигнализационные - реле указателей поворота автомашин и другие), полуавтоматические телеграфные ключи для любительской коротковолновой аппаратуры, автоматические манипуляторы передающих устройств дистанционного управления.



# Генераторы прямоугольных импульсов

Болотских Алексей Александрович

10 «А» класс

МОУ «СОШ №6 с углубленным изучением  
отдельных предметов»

Научный руководитель: Лавров Алексей  
Васильевич