

Отчет по лабораторной работе №1

Исследование динамики систем с разрывными колебаниями

Работу выполнили студенты
430 группы радиофизического факультета
Сарафанов Ф.Г., Платонова М.В.

Нижний Новгород, 23 апреля – 5 мая 2019 г.

Содержание

Введение	2
1. Результаты эксперимента	2
1.1. Разрывные колебания мультивибратора	2
1.2. Режим триггера	3
1.3. Режим кипп-реле (одновибратор)	6

Введение

Цель работы - изучение динамики систем, совершающих разрывные колебания, на примерах мультивибратора, кипп-реле и триггера. Разрывные колебания - это такие колебания, пр которых сравнительно медленные изменения состояния системы чередуются с быстрыми. Такое поведение обусловлено существенностью некоторых малых параметров на определенных этапах колебательного процесса. Эти параметры входят в дифференциальные уравнения, описывающие системы, в качестве коэффициента при старшей производной. Триггер, кипп-реле и мультивибратор описываются одной и той же системой уравнений:

$$\mu x' = \varphi(x) - y$$

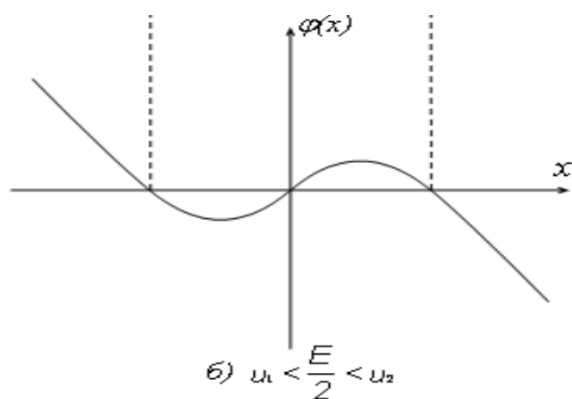
$$y' = x - y$$

И отличаются только видом нелинейности $\varphi(x)$

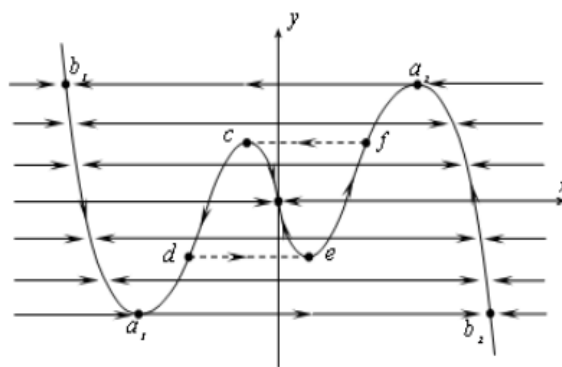
1. Результаты эксперимента

1.1. Разрывные колебания мультивибратора

Мультивибратор - система, которую одиночный импульс может перевести в режим автогенерации.



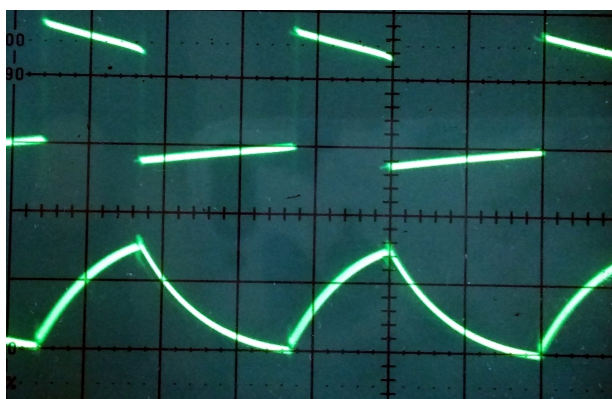
$\phi(x)$ для мультивибратора



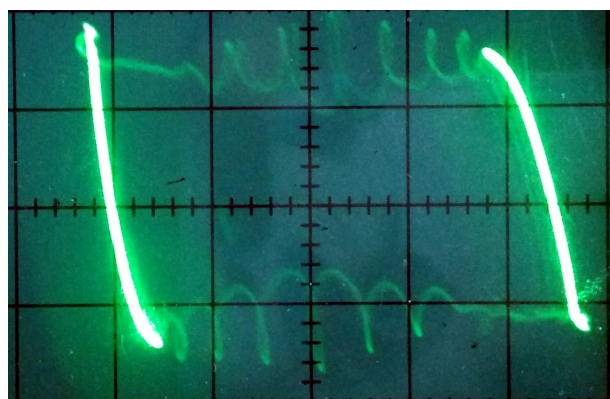
Фазовая плоскость мультивибратора

Рис. 1.

Период автоколебаний мультивибратора: 68 мкс Амплитуда: 0.8В



Осциллограммы тока и напряжения



Фазовая плоскость

Рис. 2.

На фазовой плоскости и осциллограмме напряжения (сверху) хорошо видны быстрые (скачкообразные) и медленные движения системы. А фазовая плоскость позволяет увидеть существование устойчивого предельного цикла.

1.2. Режим триггера

Триггер - система, имеющая два устойчивых и одно неустойчивое состояния равновесия, которая может быть переброшена из одного состояния в другое подачей соответствующего импульса система в подходящий узел схемы. $\varphi(x)$ для триггера такое же, как и для мультивибратора, однако $\varphi'(0) > 1$

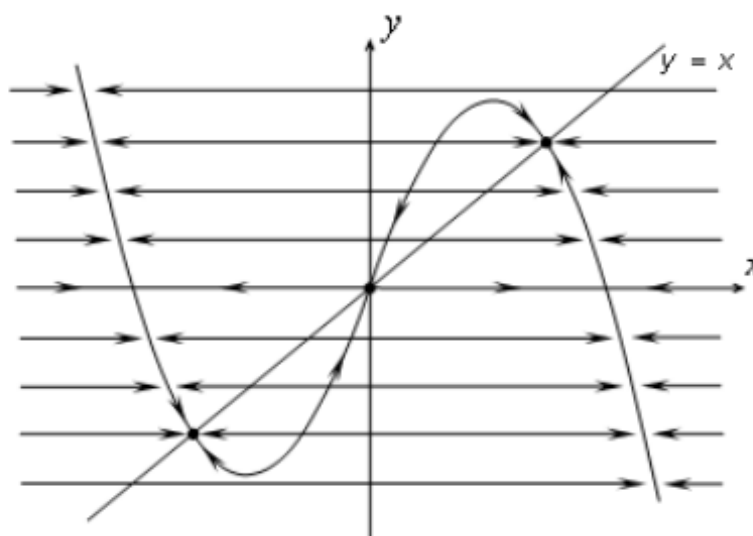
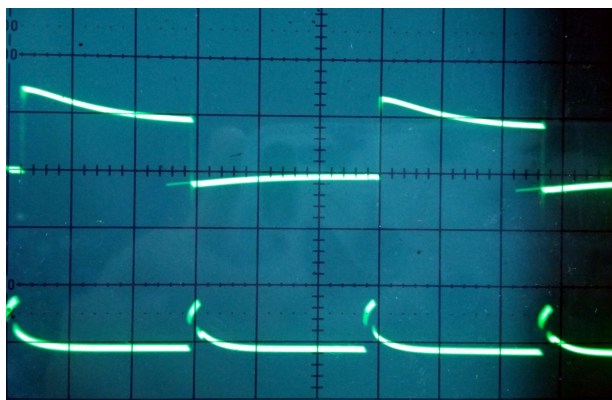
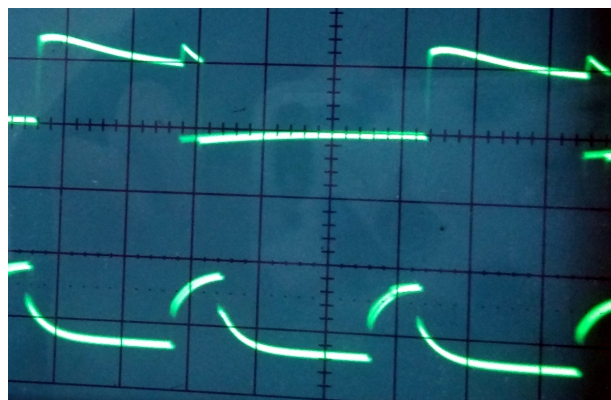


Рис. 3. фазовая плоскость для триггера

Длительность снимаемого импульса: 52 мкс на частоте 7.2 кГц Влияние длительности запускающего импульса на переброс триггера:



7мкс/ масштаб 10мкс/кл



30мкс/масштаб 100мкс/кл

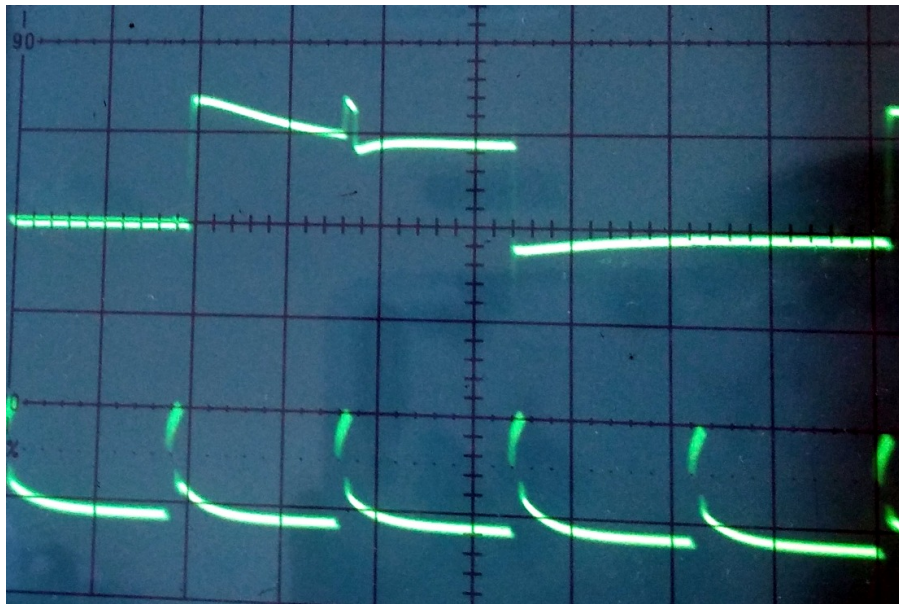
Рис. 4.

Существует пороговое значение длительности запускающего импульса, ниже которого движение по траекториям медленных движений не происходит. При длительности 30мкс уже появляются видимые искажения, то есть из-за плавного роста амплитуды запускающего импульса не сразу получается перебросить систему в другое состояние.

Таким образом, минимальное значение длительности запускающего импульса: $U_{min} = 7$ мкс Максимальное (при котором появляются заметные искажения): $U_{max} = 30$. При $U = 80$ мкс сильные искажения.

Влияние амплитуды запускающего импульса на переброс триггера: существует так же пороговое значение амплитуды, ниже которого режим триггера не работает ($U = 0,75$ В, $\tau = 20$ мкс, $f = 7.2$ кГц). Дальнейшее увеличение амплитуды никак не влияет на переброс триггера.

Деление частоты на триггере: Деление частоты на триггере - режим триггера, при котором период следования импульсов меньше времени разрешения триггера в n раз, где n - целое число. В работе исследуется деление частоты на триггере при $n = 2$.

Рис. 5. $f = 5\text{кГц}$

Отсутствие реакции системы в нижнем состоянии на второй импульс может быть обусловлено несимметричностью схемы установки. Однако точно видно для переброса системы из одного состояния в другое необходимо два импульса. Деление частоты на триггере было получено при $f = 5\text{ кГц}$. Следовательно, время разрешения триггера: $T = 2 \cdot \frac{1}{f} = 0.4 \cdot 10^{-3}\text{с}$.

1.3. Режим кипп-реле (одновибратор)

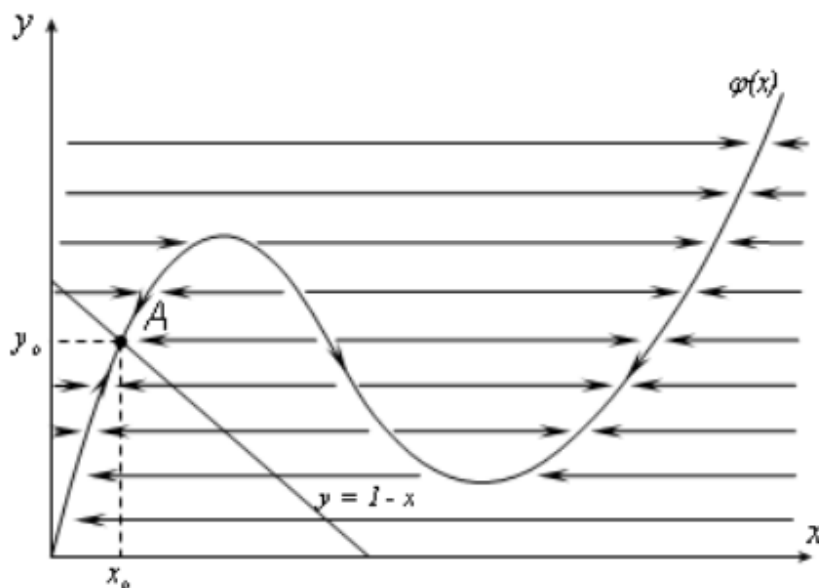


Рис. 6. фазовая плоскость для кипп-реле

Кипп-реле - система, которая на одиночный импульс реагирует также одиночным импульсом, но другой длительности и с задержкой. Причем выходной сигнал зависит только от параметров системы.

Длительность входного импульса: 1.5мкс. Длительность выходного сигнала: 3 мкс.

Схема работает как кипп-реле при длительности входного импульса: $0, 15\text{мкс} < \tau < 1.8\text{мкс}$

Существуют также пороговые значения амплитуды. Так, на частоте $f = 7\text{кГц}$ и длительности входного импульса $\tau = 15\text{ мкс}$, система работает как кипп-реле при амплитуде входного импульса: $0.06\text{В} < U < 2\text{В}$