

Отчет по лабораторной работе №2

Исследование динамики систем с разрывными колебаниями

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

Нижний Новгород, 23 апреля – 6 мая 2019 г.

Содержание

Введение	2
1. Результаты эксперимента	2
1.1. Разрывные колебания мультивибратора	2
1.2. Режим триггера	3
1.2.1. Влияние длительности запускающего импульса на пере- брос триггера	4
1.2.2. Влияние амплитуды запускающего импульса на пере- брос триггера	4
1.2.3. Деление частоты на триггере	5
1.3. Режим кипп-реле	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:

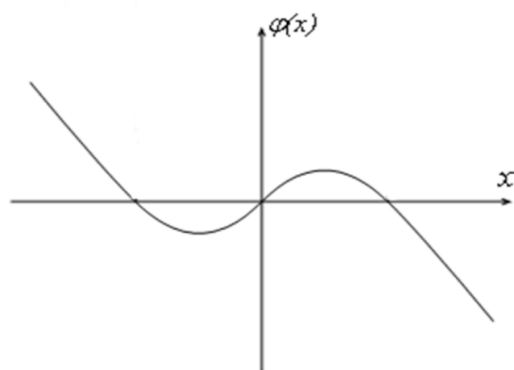
$$\begin{aligned}\mu x' &= \varphi(x) - y \\ y' &= x - y\end{aligned}$$

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

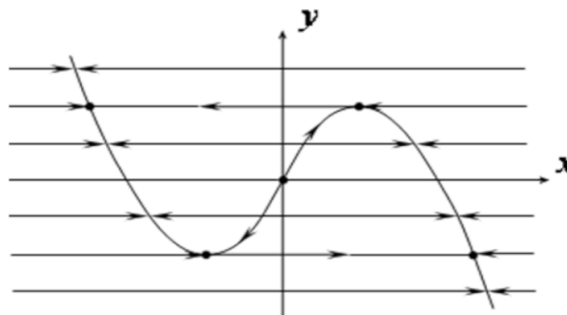
1. Результаты эксперимента

1.1. Разрывные колебания мультивибратора

Мультивибратор – релаксационный генератор колебаний. В данном эксперименте рассматривается автоколебательный мультивибратор: он непрерывно генерирует колебания.



$\varphi(x)$ мультивибратора

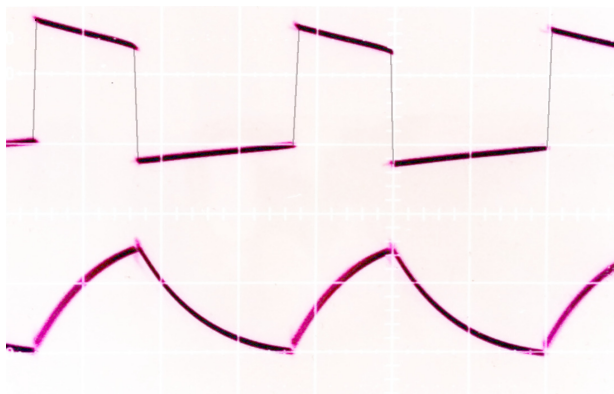


Фазовая плоскость мультивибратора

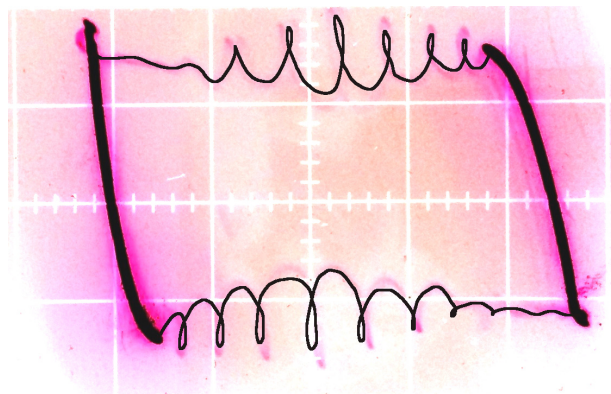
Рис. 1.

Нами были измерены период автоколебаний мультивибратора T и их амплитуда A :

$$T = 68 \text{ мкс}, \quad A = 0.8 \text{ В}$$



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

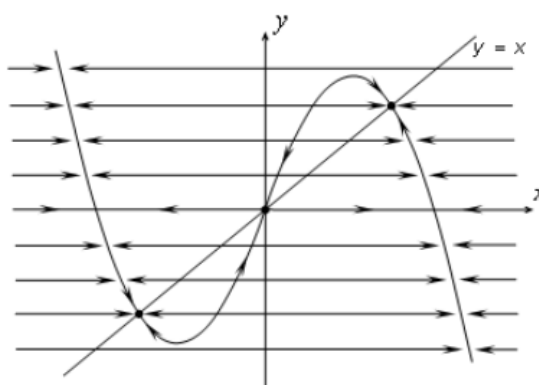


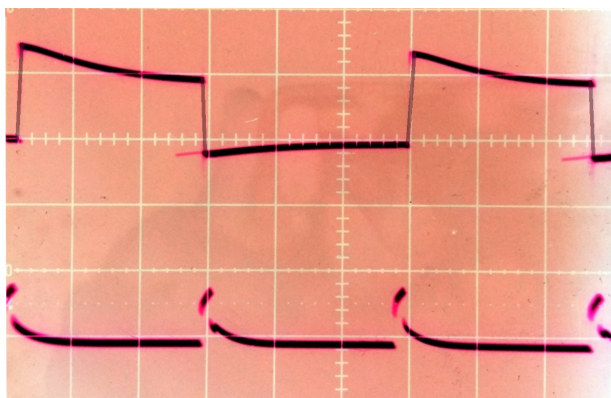
Рис. 3. Фазовая плоскость триггера

Триггер (его так же называют бистабильным мультивибратором) – система, имеющая два устойчивых и одно неустойчивое состояния равновесия,

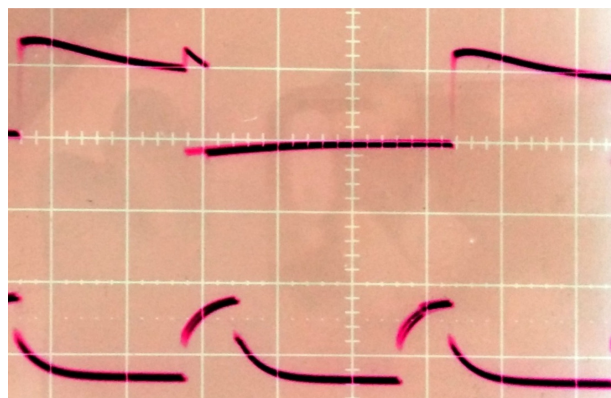
которая может быть переброшена из одного состояние в другое подачей соответствующего импульса система в подходящий узел схемы. $\varphi(x)$ для триггера такое же, как и для мультивибратора, однако $\varphi'(0) > 1$ (см. рис. 3).

Мы сняли длительность снимаемого импульса на определенной частоте: 52 мкс на частоте 7.2 кГц.

1.2.1. Влияние длительности запускающего импульса на переброс триггера



7 мкс: масштаб 10 мкс/кв



30 мкс: масштаб 100 мкс/кв

Рис. 4. Влияние длительности запускающего импульса на переброс триггера

Существует пороговое значение длительности запускающего импульса, ниже которого движение по траекториям медленных движений не происходит. При длительности 30 мкс 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: $T_{min} = 7$ мкс. Максимальное (при котором появляются заметные искажения): $T_{max} = 30$. При $T = 80$ мкс искажения уже очень велики.

1.2.2. Влияние амплитуды запускающего импульса на переброс триггера

Существует 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.

1.2.3. 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 $n = 2$.

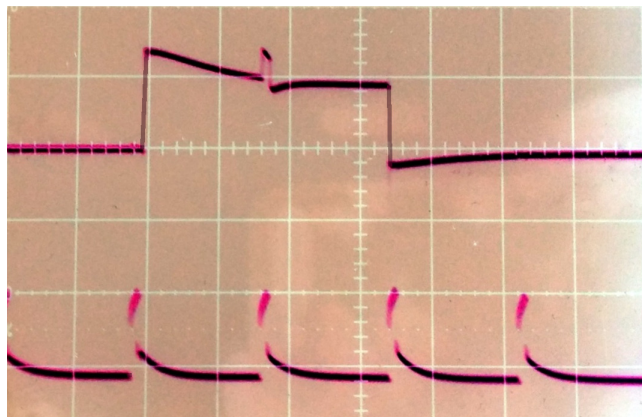


Рис. 5. Деление частоты на триггере, $f = 5$ кГц

Отсутствие реакции системы в нижнем состоянии на второй импульс может быть обусловлено несимметричностью схемы установки. Однако точно видно, что **для переброса системы из одного состояния в другое необходимо два импульса**. Деление частоты на триггере было получено при $f = 5$ кГц.

Следовательно, время разрешения триггера T :

$$T = 2 \cdot \frac{1}{f} = 0.4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

1.3. Режим кипп-реле

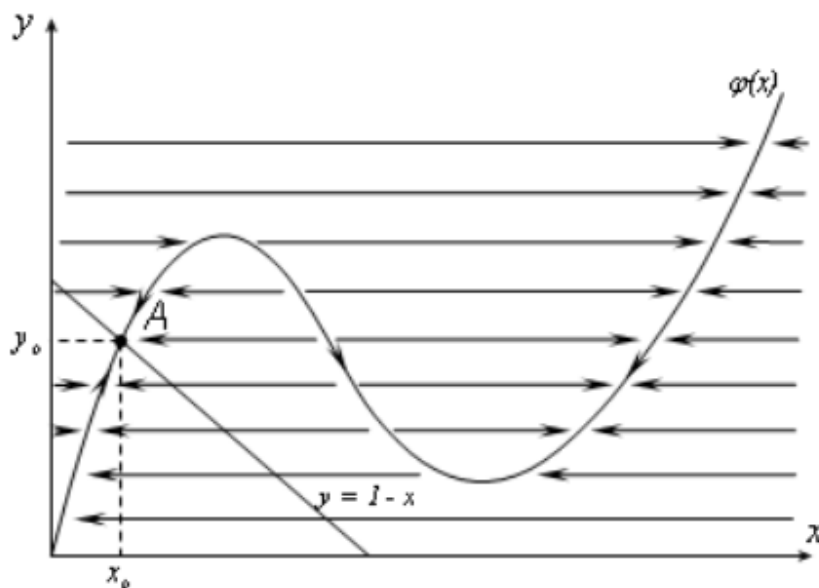


Рис. 6. Фазовая плоскость кипп-реле

Кипп-реле (одновибратор) – 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: 1.5 мкс. 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 $f = 7$ кГц и длительности входного импульса $\tau = 1.5$ мкс, система работает как кипп-реле при амплитуде входного импульса: $0.06 \text{ В} < U < 2 \text{ В}$