

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» ИМ. В. И.**  
**УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

**Кафедра САУ**

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №1**

**по дисциплине «Нелинейные системы управления»**

**Тема: исследование статических характеристик типовых нелинейностей**

**Вариант 10**

Студенты гр. 9491

Горобец А. А.

Масинович А. А.

Преподаватель

Лавриновский В. С.

Санкт-Петербург

2022

### **Цель работы.**

Цель работы – исследование статических характеристик нелинейных звеньев; построение результирующих характеристик типовых соединений звеньев.

### **Ход выполнения работы.**

#### **1. Построение статистических характеристик.**

##### **1) Зона нечувствительности (рис.1).**

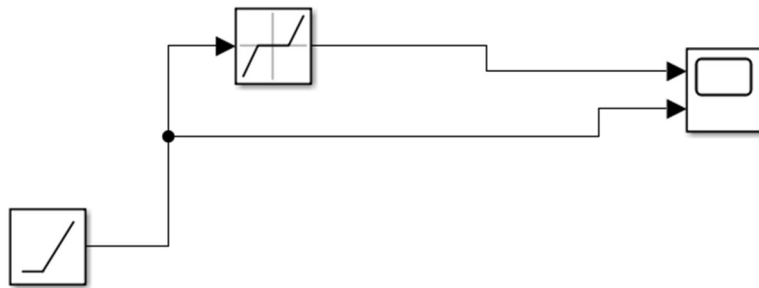


Рисунок 1. Структурная схема зоны нечувствительности.

Параметры зоны нечувствительности:

Start of dead zone = -0.4;

End of dead zone = 0.4

На рис. 2 приведена статическая характеристика зоны нечувствительности.

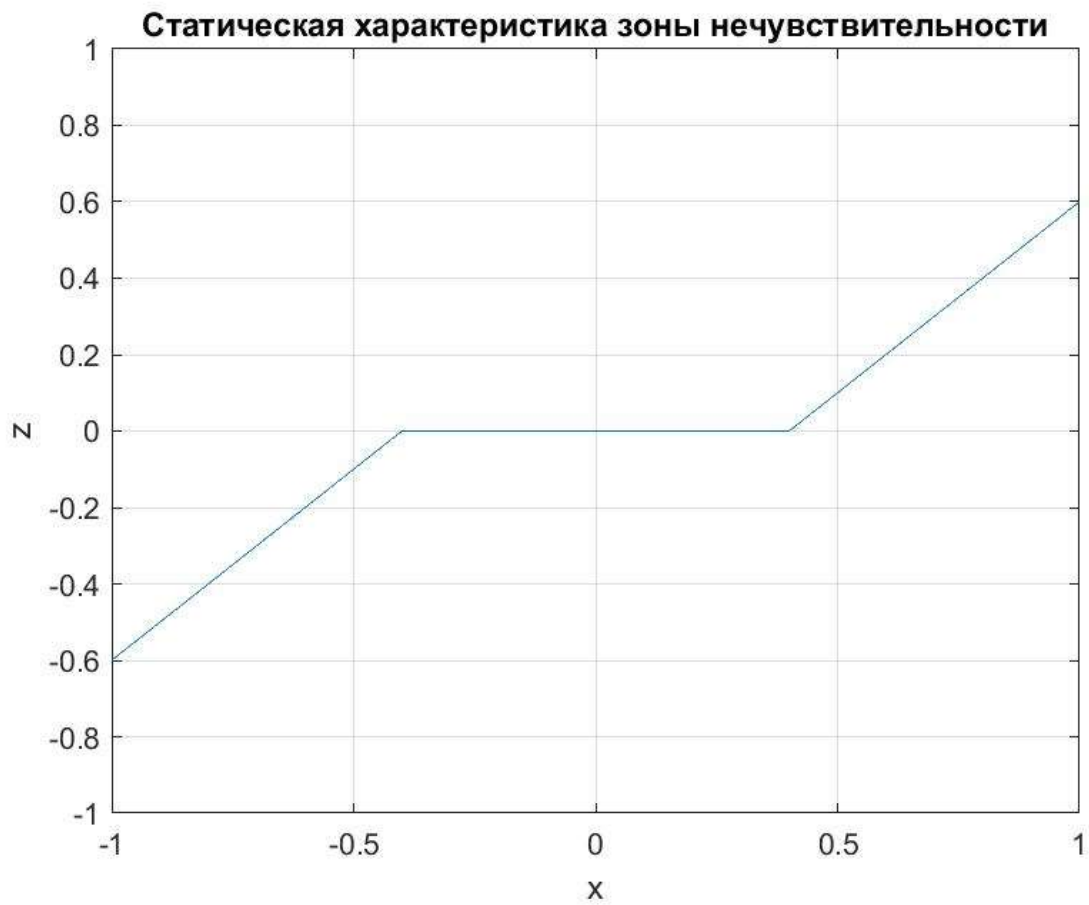


Рисунок 2. Статическая характеристика зоны нечувствительности.

## 2) Зона насыщения (рис. 3)

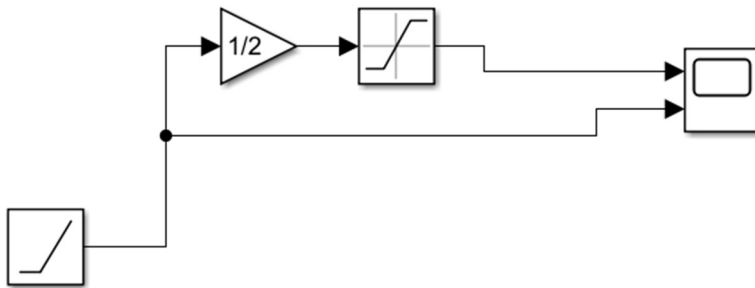


Рисунок 3. Структурная схема зоны насыщения.

Параметры зоны насыщения:

Upper limit = 1;

Lower limit = -1; a = 2

На рис. 4 приведена статическая характеристика зоны насыщения.

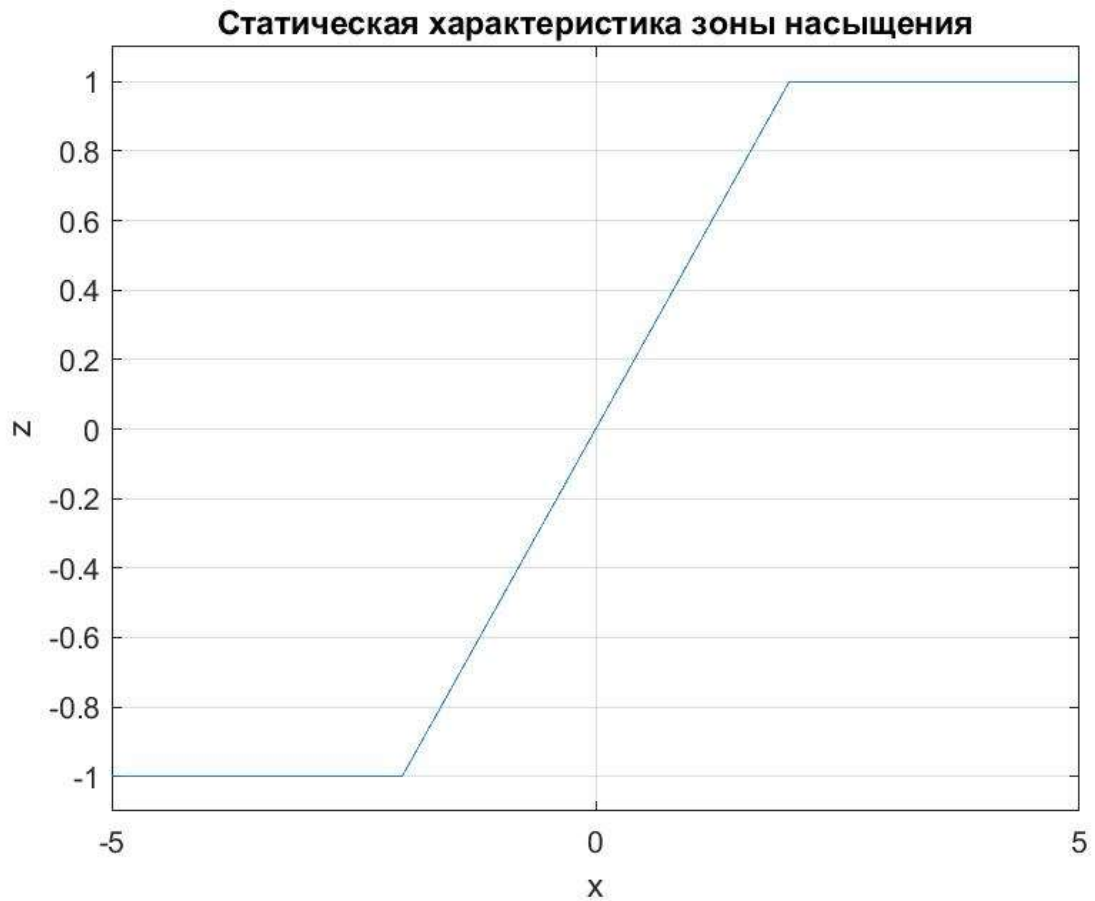


Рисунок 4. Статическая характеристика зоны насыщения.

3) Зона нечувствительности с насыщением (рис. 5).

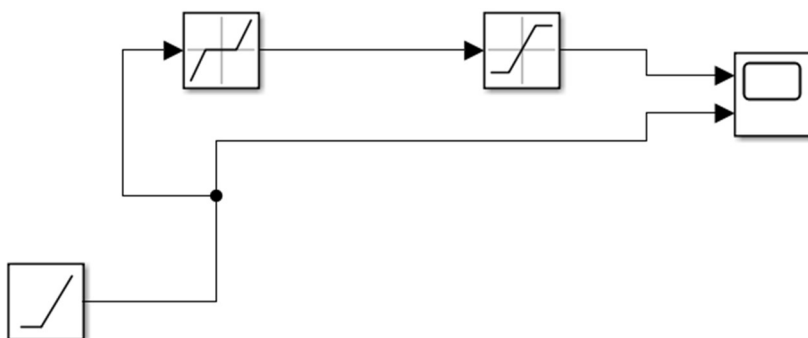


Рисунок 5. Зона нечувствительности с насыщением.

Параметры зоны нечувствительности с насыщением:

Звено Dead Zone:

Start of dead zone = -0.2;

End of dead zone = 0.2

Звено Saturation:

Upper limit = 1;

Lower limit = -1;  $b = 1.2$

На рис. 6 приведена статическая характеристика зоны нечувствительности с насыщением.

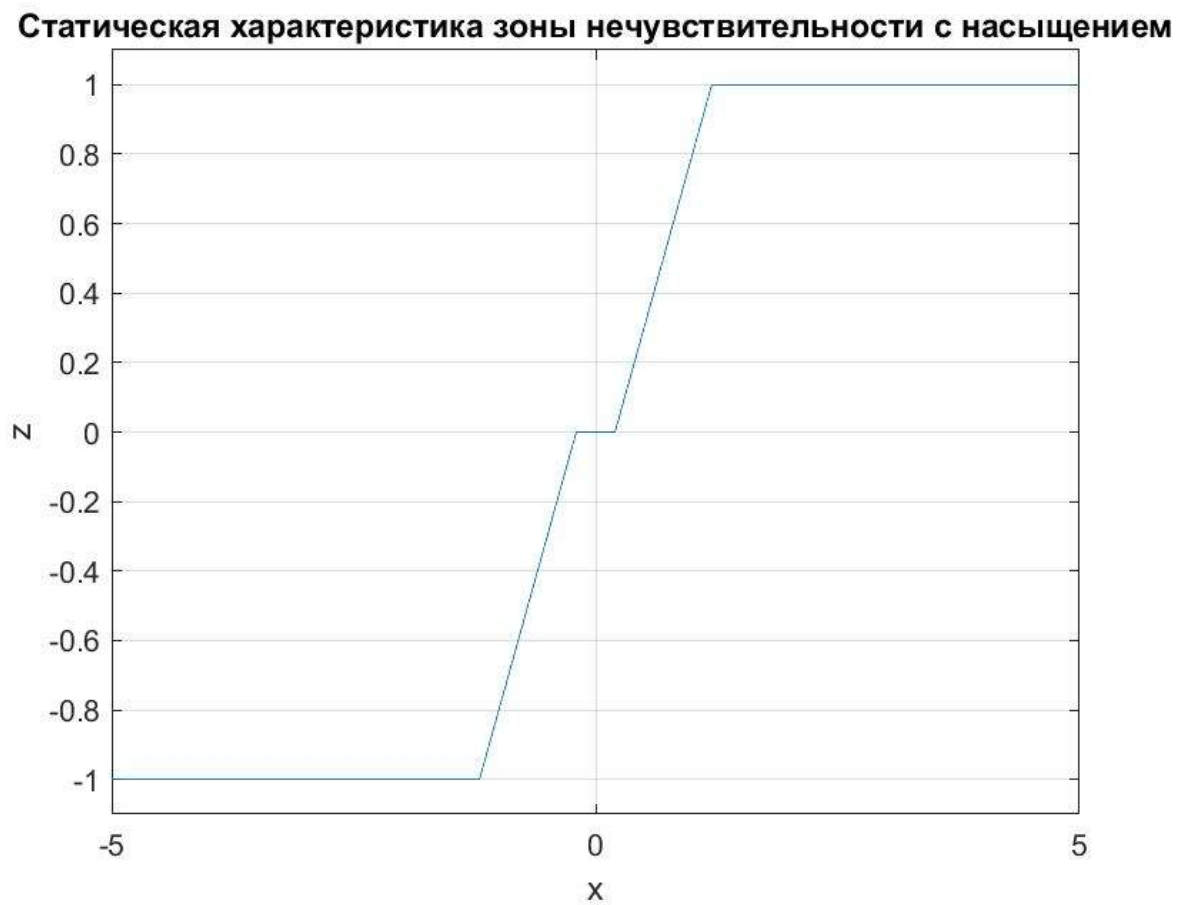


Рисунок 6. Статическая характеристика зоны нечувствительности с насыщением.

4) Двухпозиционное реле (рис. 7).

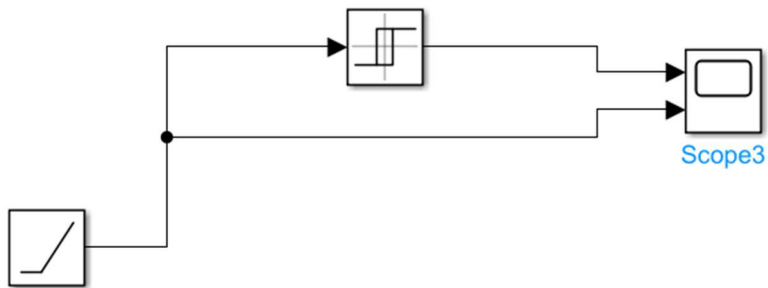


Рисунок 7. Двухпозиционное реле.

Параметры звена Relay:

Switch off point = 0;

Output when on = 0.1;

Output when off = -0.1

На рис. 8 приведена статическая характеристика двухпозиционного реле.

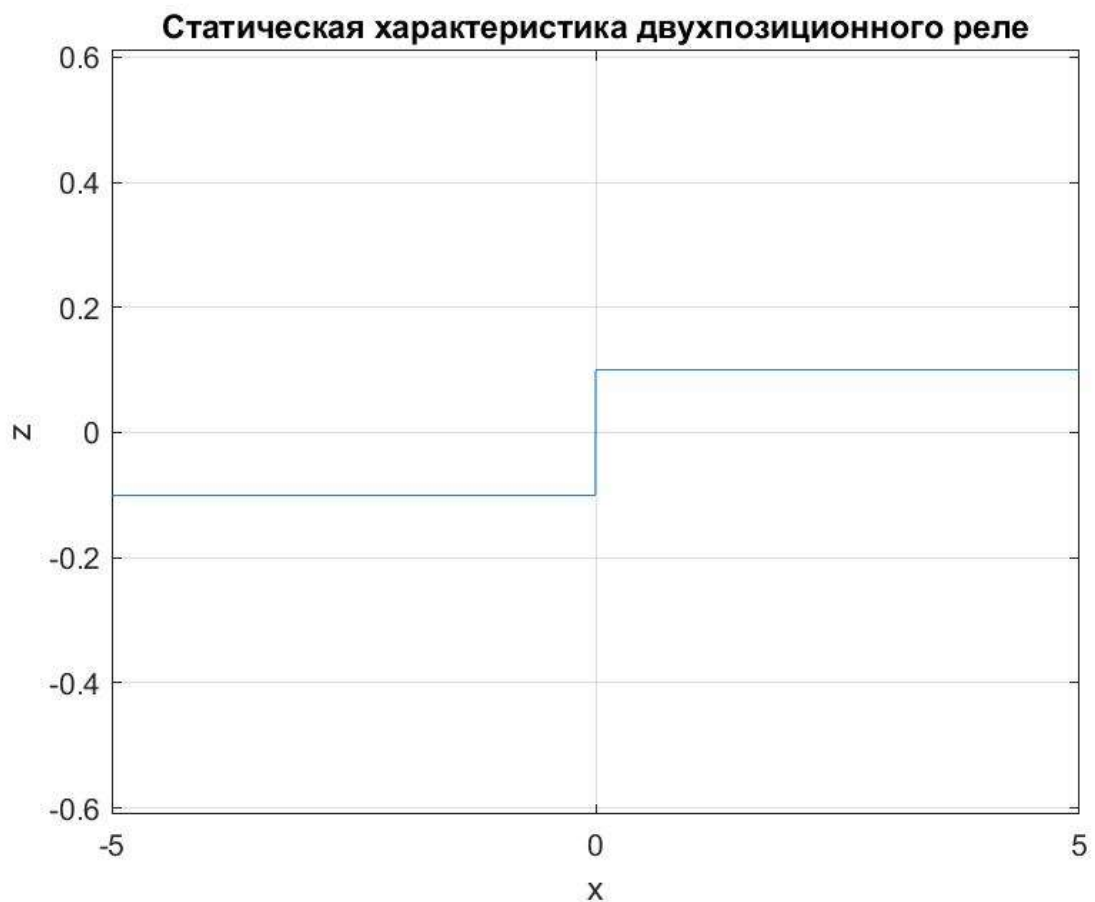


Рисунок 8. Статическая характеристика двухпозиционного реле.

5) Трехпозиционное реле (рис. 9).

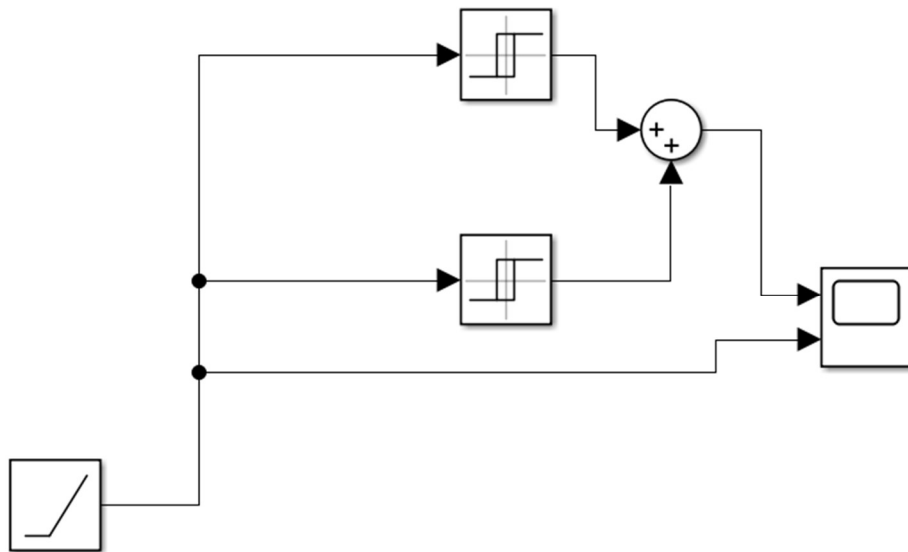


Рисунок 9. Структурная схема трехпозиционного реле.

Параметры трехпозиционного реле:

Звено Relay1:

Switch off point = -0.5;

Output when off = 0;

Output when on = -1;

Звено Relay2:

Switch on point = 0.5;

Output when off = 1;

Output when on = 0

На рис. 10 представлена статическая характеристика трехпозиционного реле.

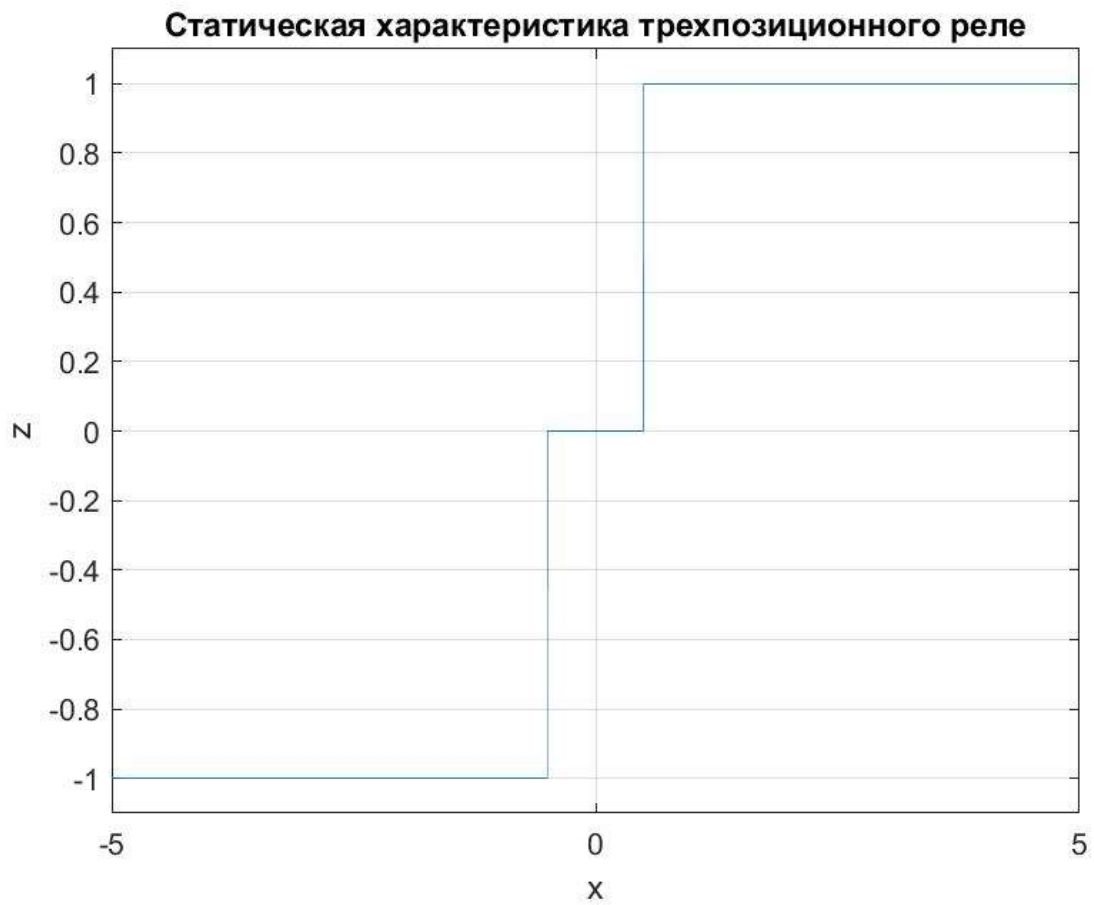


Рисунок 10. Статическая характеристика трехпозиционного реле.

6) Гистерезис (рис. 11).

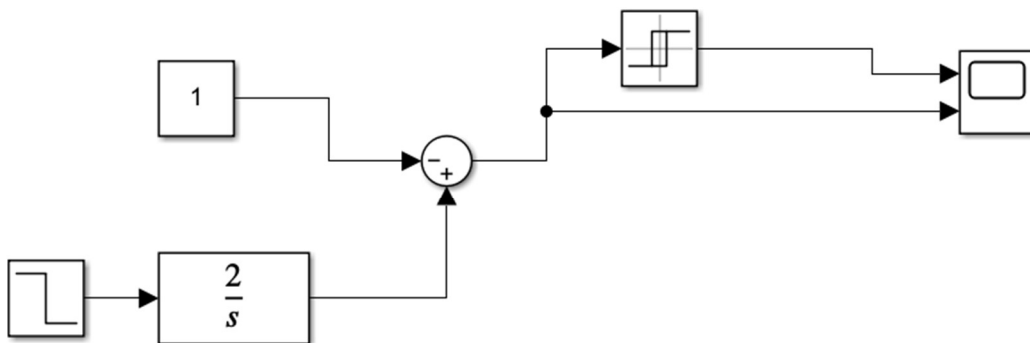


Рисунок 11. Структурная схема типа «Гистерезис».

Параметры звена Relay:

Switch on point = 0.2;

Switch of point = -0.2;

Output when on = 1;



Output when off = -1;

На рис. 12 приведена статическая характеристика элемента типа «Гистерезис».

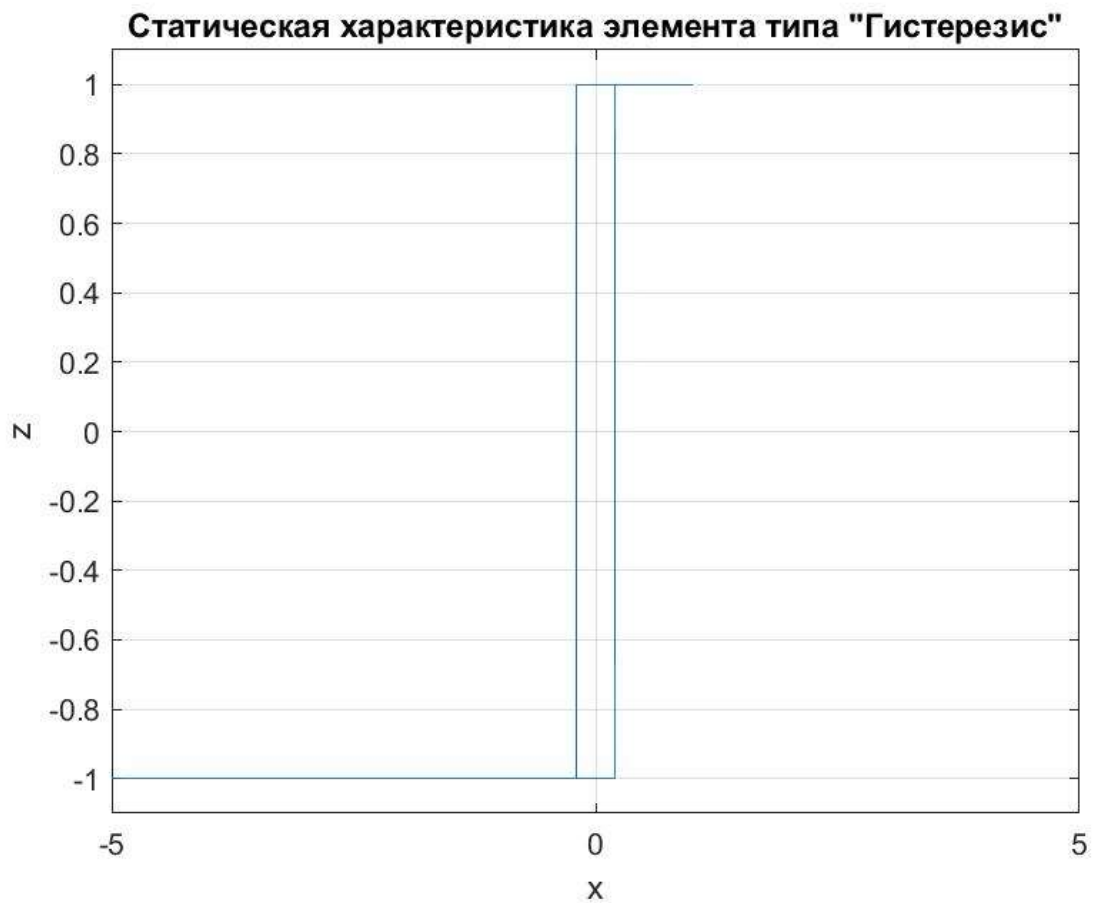


Рисунок 12. Статическая характеристика нелинейности «Гистерезис».

## 2. Блок Sine Wave.

1) Зона нечувствительности (рис. 13).

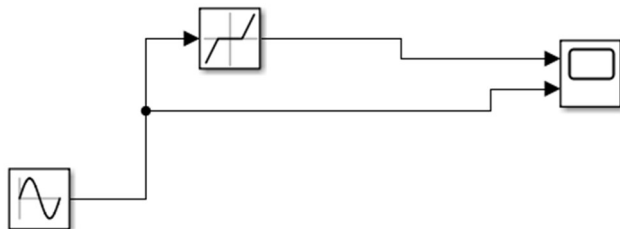


Рисунок 13. Структурная схема зоны нечувствительности.

Параметры зоны нечувствительности:

Start of dead zone = -0.4;

End of dead zone = 0.4

На рис. 14 представлена реакция зоны нечувствительности на гармоническое воздействие.

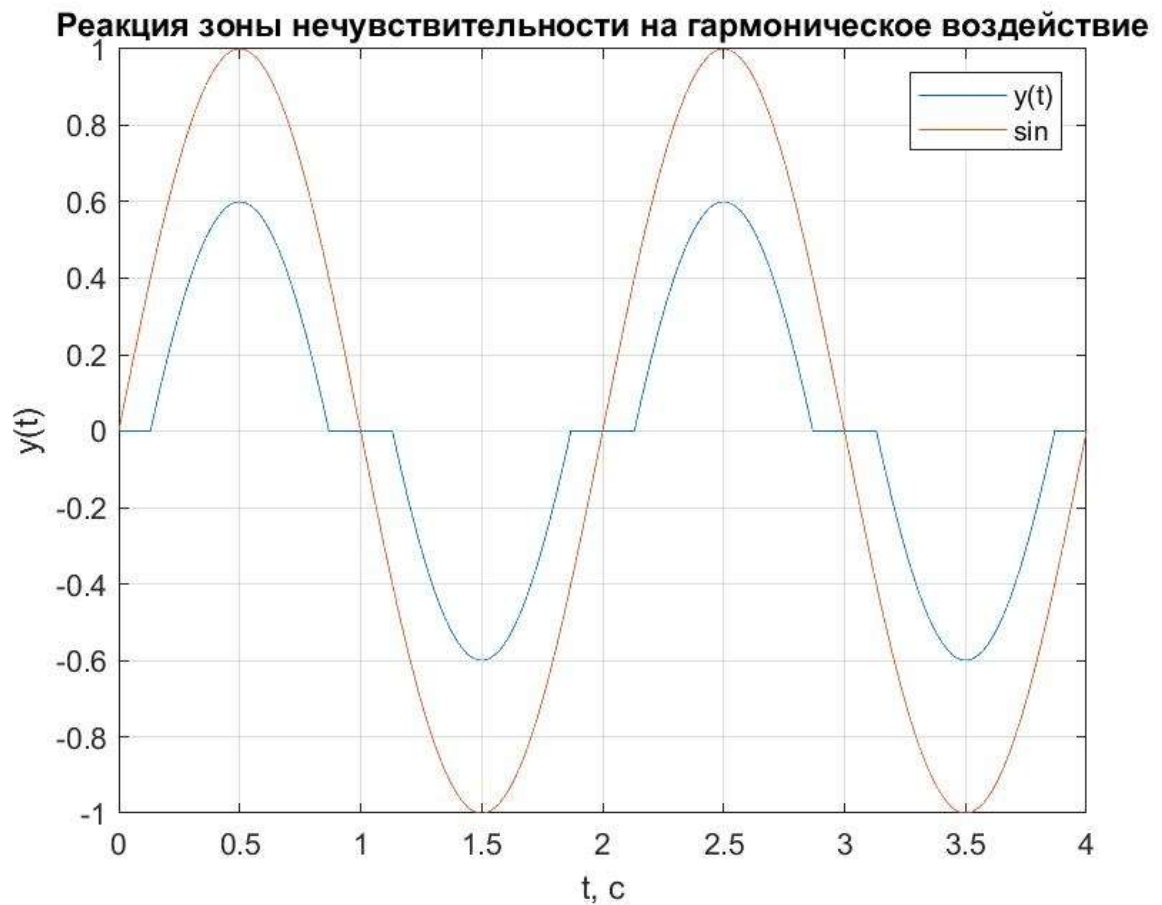


Рисунок 14. Реакция зоны нечувствительности на гармоническое воздействие.

Видно, что сигнал на выходе на некотором диапазоне равен 0, а на остальных участках принимает форму синусоиды. Это обусловлено тем, что зона нечувствительности имеет область, в которой коэффициент усиления равен 0.

2) Зона насыщения (рис. 15).

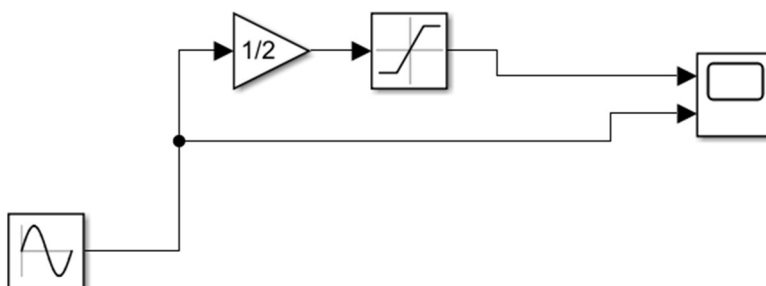


Рисунок 15. Структурная схема зоны насыщения.

Параметры зоны насыщения:

Upper limit = 1;

Lower limit = -1;  $a = 2$

На рис. 16 представлена реакция зоны насыщения на гармоническое воздействие.

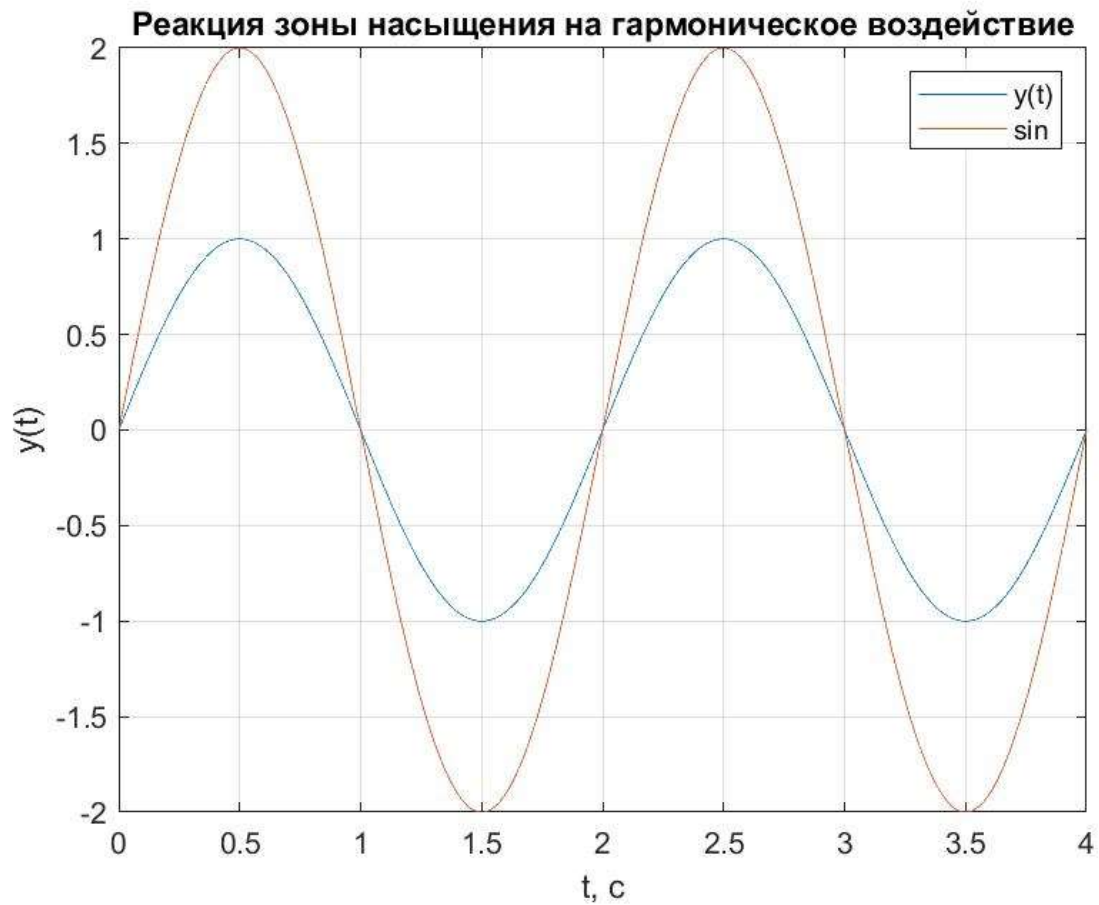


Рисунок 16. Реакция зоны насыщения на гармоническое воздействие.

Видно, что сигнал на выходе имеет синусоидальную форму и не превышает 1, т.к. зона насыщения у элемента принимает значение равное 1.

3) Зона нечувствительности с насыщением (рис. 17).

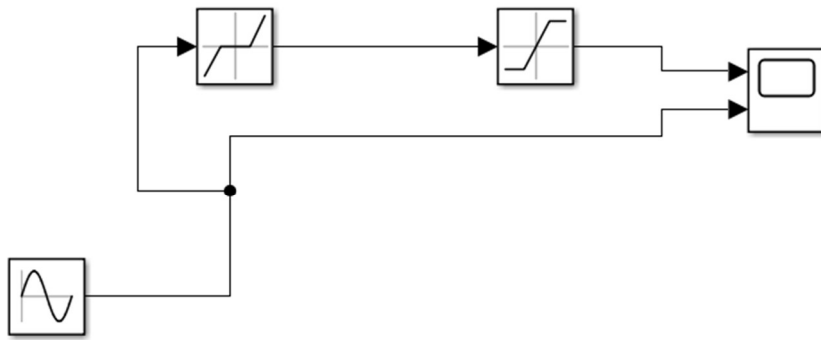


Рисунок 17. Структурная схема зоны нечувствительности с насыщением.

Параметры зоны нечувствительности с насыщением:

Звено Dead Zone:

Start of dead zone = -0.2;

End of dead zone = 0.2

Звено Saturation:

Upper limit = 1;

Lower limit = -1; b = 1.2

На рис. 18 представлена реакция зоны нечувствительности с насыщением на гармоническое воздействие.

Реакция зоны нечувствительности с насыщением на гармоническое воздействие

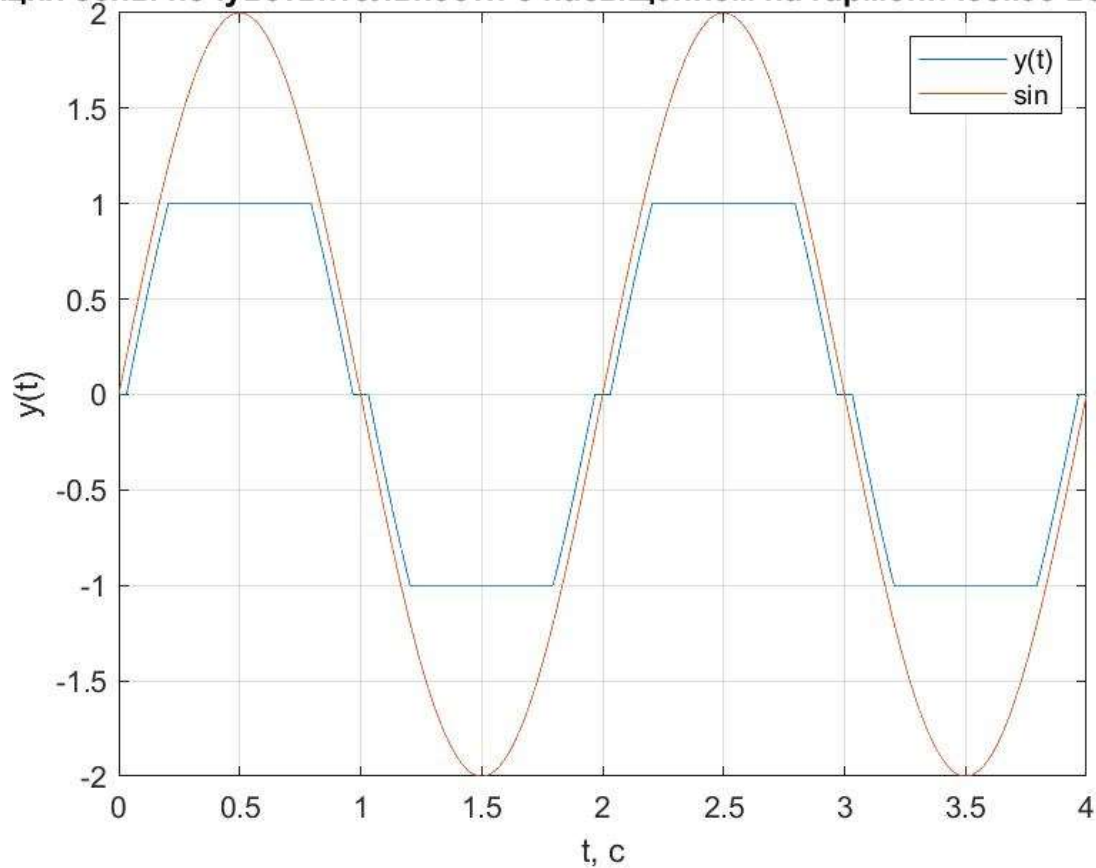


Рисунок 18. Реакция зоны нечувствительности с насыщением на гармоническое воздействие.

Из рисунка 18 видно, что реакция имеет несинусоидальную форму, участки, где сигнал равен 0 – зона нечувствительности, где 1 и -1 – насыщение.

#### 4) Двухпозиционное реле (рис. 19).

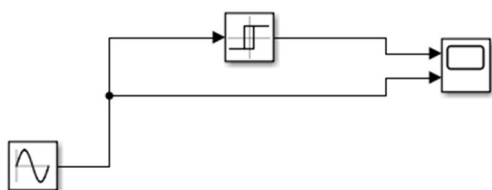


Рисунок 19. Структурная схема двухпозиционного реле.

Параметры звена Relay:

Параметры звена Relay:

Switch off point = 0;

Output when on = 0.1;

Output when off = -0.1

На рис. 20 представлена реакция двухпозиционного реле на гармоническое воздействие.

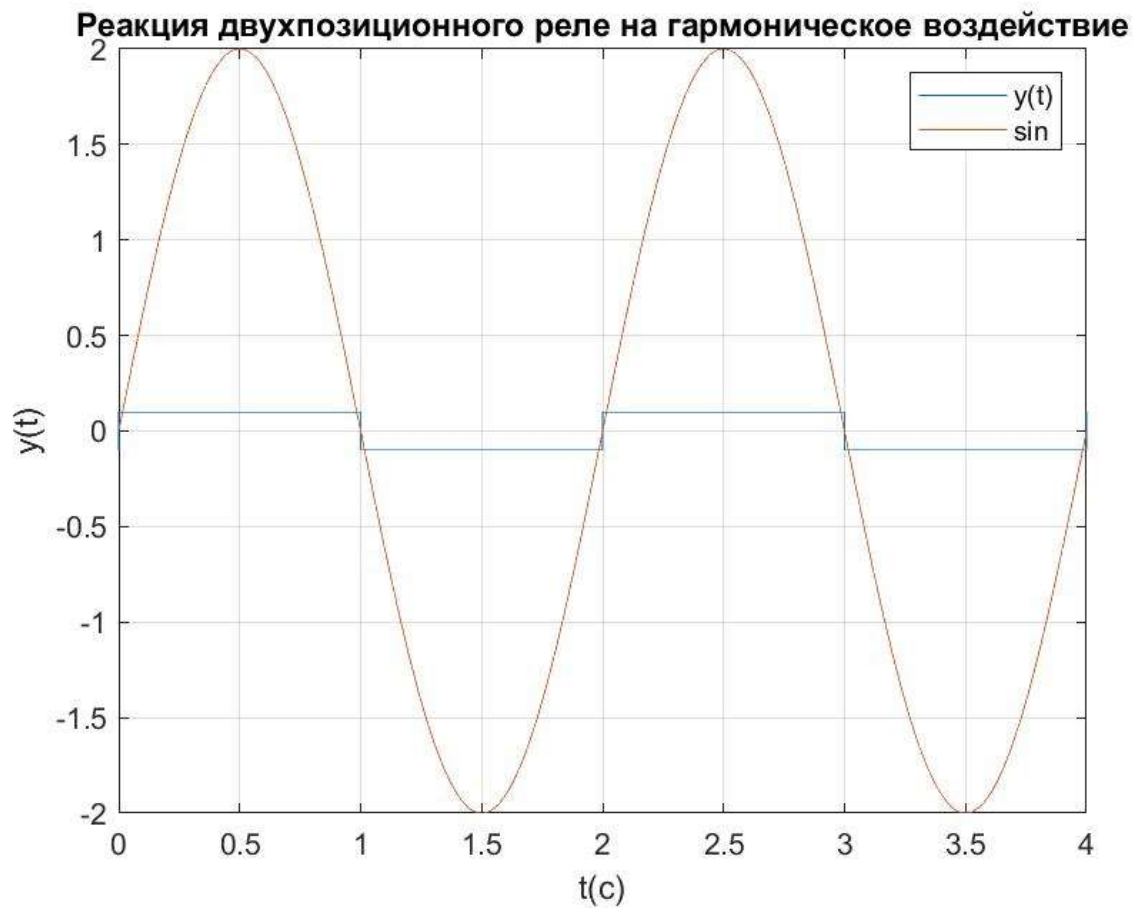


Рисунок 20. Реакция двухпозиционного реле на гармоническое воздействие.

Из рисунка 20 видно, что реакция равна 0.1, где входной сигнал положительный, и -0.1, где входной сигнал отрицательный.

5) Трехпозиционное реле (рис. 21).

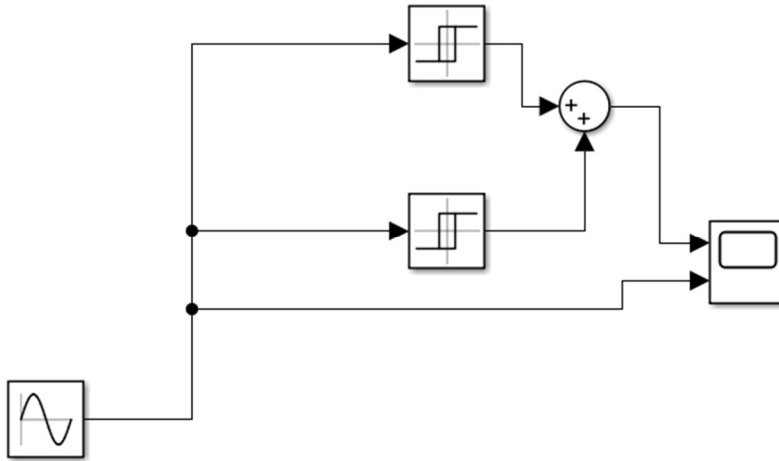


Рисунок 21. Структурная схема трехпозиционного реле.

Параметры:

Звено Relay1:

Switch off point = -0.5;

Output when off = 0;

Output when on = -1;

Звено Relay2:

Switch on point = 0.5;

Output when off = 1;

Output when on = 0

На рис. 22 представлена реакция трехпозиционного реле на гармоническое воздействие.

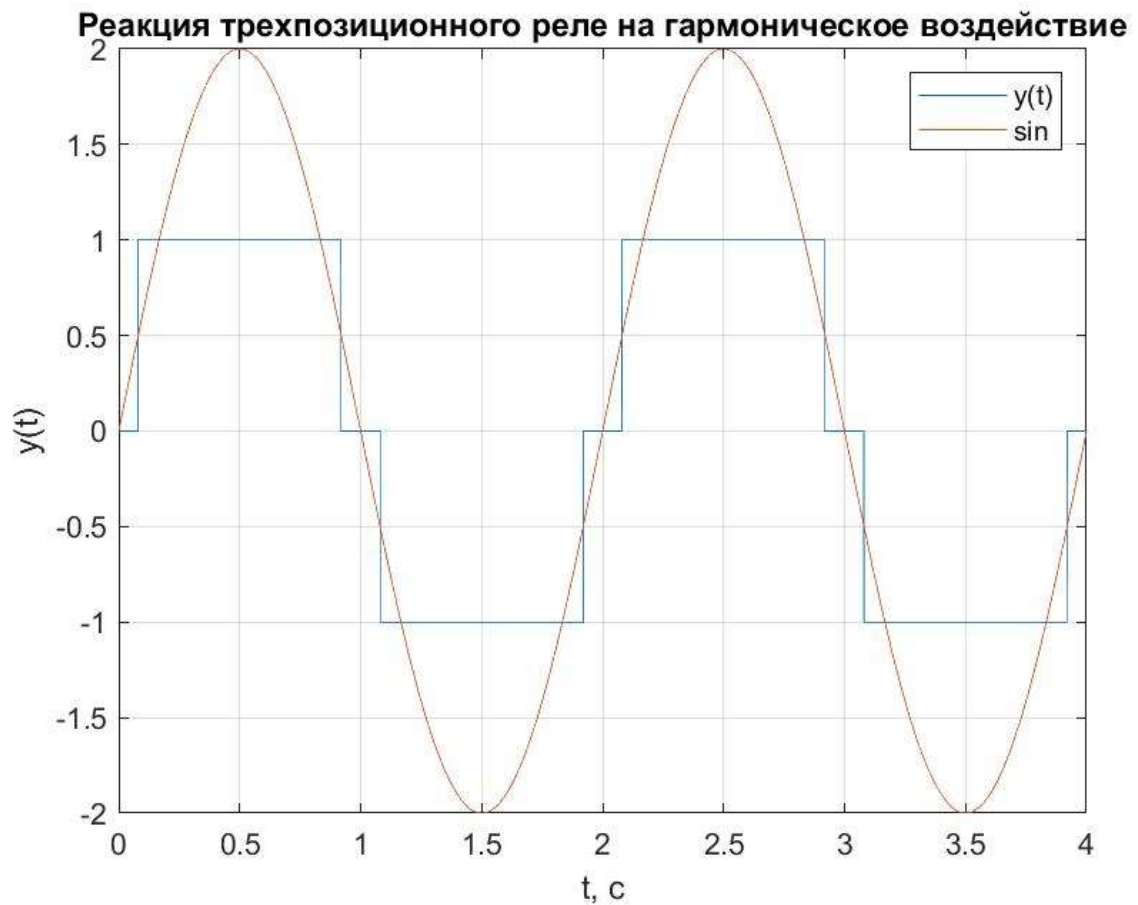


Рисунок 22. Реакция трехпозиционного реле на гармоническое воздействие.

Видно, что сигнал на выходе имеет несинусоидальную форму, принимает значения равные 0, 1, -1.

6) Гистерезис (рис. 23).

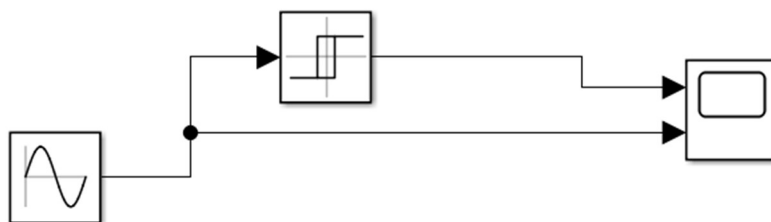


Рисунок 23. Структурная схема гистерезиса.

Параметры звена Relay:

Switch on point = 0.2;

Switch of point = -0.2;



Output when on = 1;

Output when off = -1;

На рис. 24 представлена реакция Гистерезиса на гармоническое воздействие.

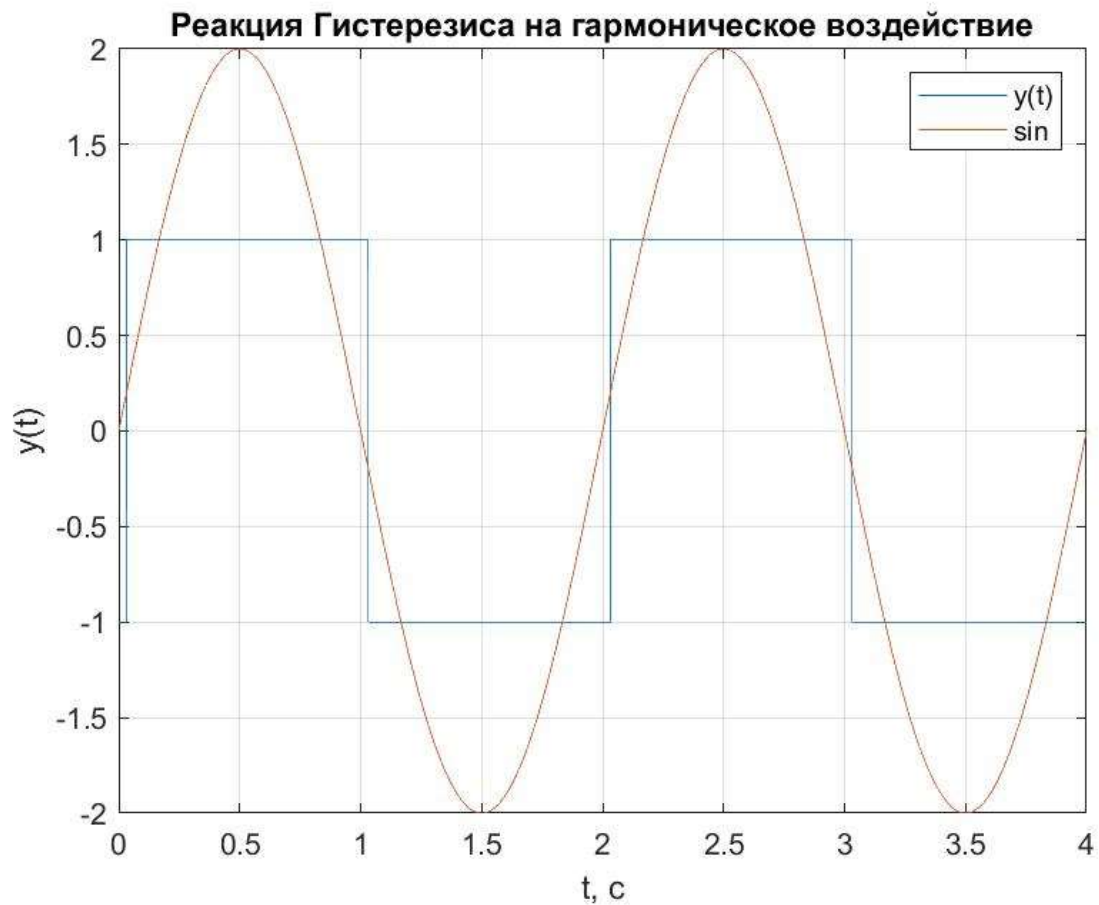


Рисунок 24. Реакция Гистерезиса на гармоническое воздействие.

### 3. Последовательное соединение звеньев.

1) Вариант 1 (рис. 25).

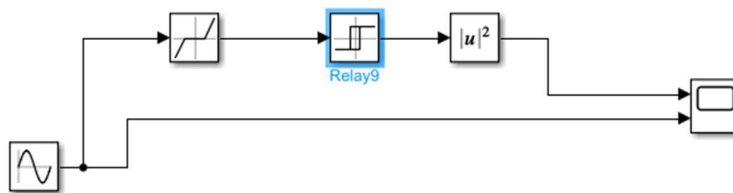


Рисунок 25. Структурная схема к Варианту 1.

Параметры:

Sine Wave: Amplitude = 8;

Frequency =  $\pi$ ;

Output when on = 4;

Output when off = -4;

Dead Zone:

Start of Dead Zone = -0.5;

End of Dead Zone = 0.5;

На рис. 26 представлена реакция на гармоническое воздействие Варианта 1.

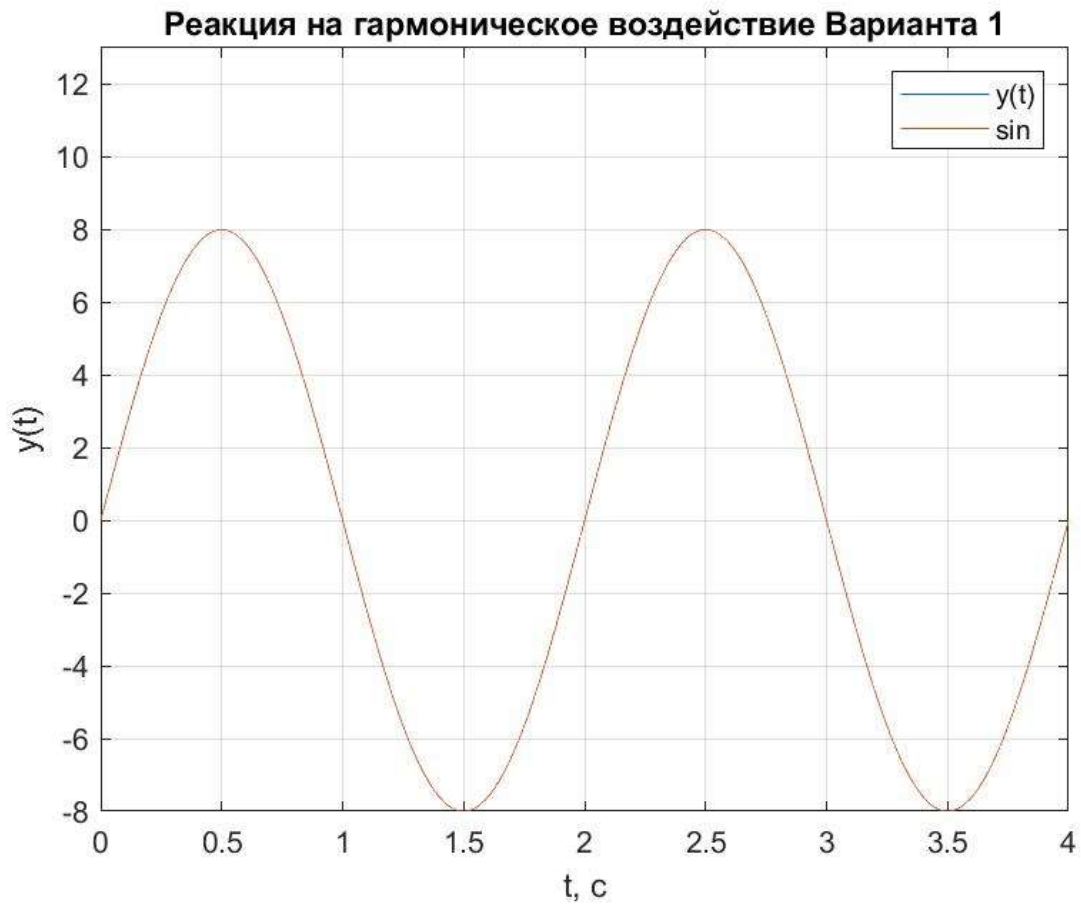


Рисунок 26. Реакция на гармоническое воздействие.

2) Вариант 2 (рис. 27).

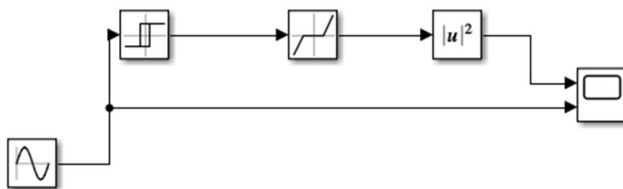


Рисунок 27. Структурная схема к Варианту 2.

Параметры звеньев:

Sine Wave:

Amplitude = 8;

Frequency =  $\pi$ ;

Output when on = 4; Output when off = -4;

Dead Zone:

Start of Dead Zone = -0.5;

End of Dead Zone = 0.5;

На рис. 28 представлена реакция на гармоническое воздействие.

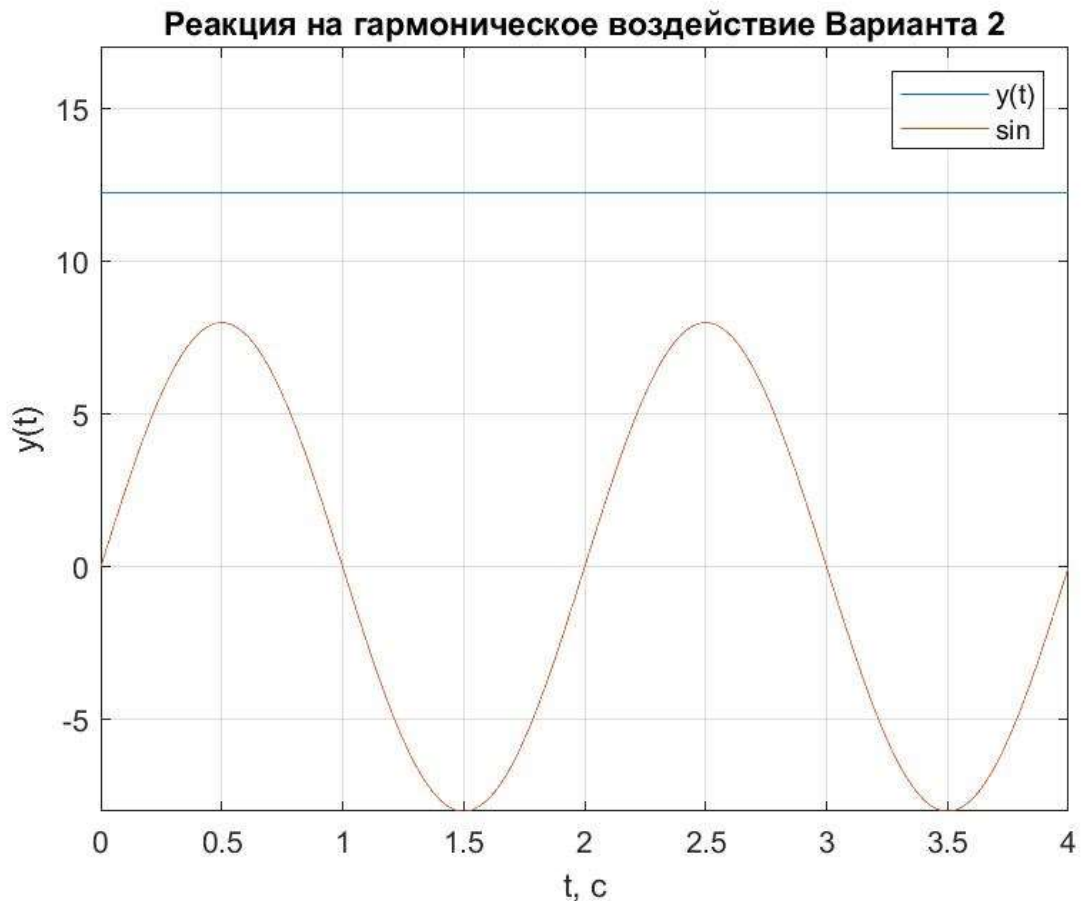


Рисунок 28. Реакция на гармоническое воздействие.

### Выводы.

В ходе выполнения данной лабораторной работы были построены статические характеристики типовых нелинейных звеньев путем компьютерного моделирования в Matlab/Simulink. Также были получены реакции типовых нелинейных звеньев на гармоническое воздействие, и затем был проведен эксперимент, показывающий, что у нелинейных систем не выполняется свойство коммутативности, что видно из различия двух последних графиков.