БГУИР

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 4

Тема: «Исследование характеристик аналоговых компараторов напряжения»

Выполнил:

студент группы 150501 Божко И.И.

Проверил:

к.т.н., доцент Селезнёв И.Л.

Минск

2023

**1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Изучить работу аналоговых компараторов напряжения.

1. **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ**

В ходе выполнения работы будут использованы базовый лабораторный стенд с аналоговым компаратором напряжения LM324, а также лабораторный модуль Lab7A.

Список задач для лабораторной работы выглядит следующим образом:

1 Получить передаточную характеристику однопорогового компаратора.

2 Исследовать работу однопорогового компаратора.

3 Получить передаточную характеристику гистерезисного компаратора.

4 Исследовать работу гистерезисного компаратора.

**3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

**3.1 Устройство и принцип работы аналогового компаратора**

Компаратором называется устройство сравнения двух аналоговых сигналов, один из которых может быть задан как эталонный. При этом на выходе устройства формируются только два значения выходного сигнала: напряжение на выходе будет иметь высокий уровень UВ, если разность между входными сигналами положительна и, наоборот, низкий уровень UН, если разностное напряжение отрицательно. Эти условия записываются следующим образом:

Изображение выглядит как текст, Шрифт, линия, белый

Автоматически созданное описание

В общем случае напряжение UВЫХ может отличаться как по величи­не, так и по знаку. На практике наибольшее распространение получили устройства, формирующие на выходе либо напряжения противоположной полярности при практически равных абсолютных значениях, либо напря­жения одной полярности. Первый случай характерен для использования в качестве схемы сравнения операционного усилителя (ОУ), второй - при использовании специализированных интегральных схем. Во втором случае выходные напряжения компаратора согласованы по величине и полярно­сти с сигналами, используемым и в цифровой технике.

Поэтому можно сказать, что входной сигнал компаратора носит ана­логовый характер, а выходной - цифровой. Вследствие этого компараторы часто используются в качестве элементов связи между аналоговым и и цифровым и устройствами.

На рисунке 3.1 приведена схема инвертирующего усилителя без обрат­ной связи и его передаточная характеристика.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, черно-белый, белый

Автоматически созданное описание

*а)                                        б)*Рисунок 3.1 - Схема инвертирующего усилителя (б) и его передаточная характеристика (а)

При нарушении условия ОУ переходит в режим ограничения, и выходное напряжение может принимать одно из двух предельных значе­ний: UВ=UОГР+ или UН=UОГР-. Пусть абсолютные значения уровней ограни­чения выходного сигнала ОУ равны |UОГР+| = |UОГР-| = UОГР. Тогда при ис­пользовании ОУ в качестве компаратора должно выполняться соотноше­ние:

|∆UВХ| > |UОГР| / КОУ (3.1)

В рассмотренной схеме (рисунок 3.1) эталонный уровень напряжения, с которым сравнивается входной сигнал, равен нулю и ее часто называют детектором нуля сигнала или схемой определения прохождения напряже­ния через нуль.

Диапазон значений входного сигнала, соответствующий условию:

Uогр-/Kоу < Uвх < Uогр+/Kоу, (3.2)

является зоной неопределенности компаратора и определяет его по­грешность. Абсолютная величина этой погрешности равна:

∆ = |UОГР| / КОУ (3.3)

Для уменьшения погрешности компаратора необходимо уменьшить интервал неопределенности входных напряжений. Это можно обеспечить одним из следующих способов:

- использование ОУ с большим коэффициентом усиления;

-введение в схему положительной обратной связи (ПОС).

Из теории известно, что коэффициент передачи усилителя при введении ПОС КПОС описывается выражением:

КПОС = КОУ / (1 – КОУ\*bОС), (3.4)

где КОУ- коэффициент передачи схемы без обратной связи (ОС), a bОС - коэффициент передачи цепи ОС.

При bОС=1/КОУ коэффициент усиления схемы будет равен бесконечности, а погрешность компаратора - нулю. На прак­тике это условие трудно выполнимо из-за разброса параметров и неста­бильности характеристик ОУ. Поэтому погрешность компаратора не мо­жет быть устранена полностью, однако ее удается существенно снизить.

**3.2 Однопороговый компаратор**

Однопороговыми называются устройства сравнения, для которых коэффициент усиления используемого усилителя всегда остается положи­тельным (KОУ > 0). Из этого следует, что при работе такого устройства все­гда присутствует некоторая область неопределенности входного напряже­ния, т.е. существует погрешность определения уровня входного напряже­ния. В качестве однопороговых устройств сравнения могут использоваться ОУ без цепей ОС или с положительной ОС, для которой коэффициент пе­редачи обратной связи удовлетворяет неравенству:

bОС < 1 / КОУ (3.5)

Анализируя схему, приведенную на рисунке 3.1 а, можно сказать, что ее срабатывание происходит в момент равенства нулю напряжения между инвертирующим и неинвертирующим входами ОУ. Используя данное свойство указанной схемы, можно легко построить на ее основе устройст­во сравнения входного напряжения с некоторым наперед заданным эта­лонным уровнем напряжения.

Для этого достаточно неинвертирующий вход ОУ (рисунок 3.1 а) подключить к общей шине устройства через источник ЭДС ЕЭТ абсолютная величина кото­рого и знак соответствуют требуемому эталонному уровню сравнения (рисунок 3.2 а). В этом случае при идеальном ОУ (RВХ → ∞) напряжение между инверти­рующим и неинвертирующим входами достигнет нулевого значения, когда уровень и полярность входного напряжения uВХ будут в точности равны пара­метрам эталонного источника ЕЭТ. На рисунках 3.2 б-в показаны передаточные ха­рактеристики компаратора для случаев ЕЭТ > 0 и ЕЭТ  < 0 соответственно. Напряже-ние ЕЭТ называют порогом срабатывания устройства сравнения.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, часы, число

Автоматически созданное описаниеИзображение выглядит как рукописный текст, диаграмма, Шрифт, линия

Автоматически созданное описание Изображение выглядит как текст, рукописный текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

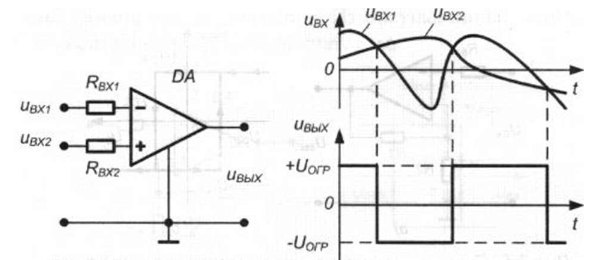
а)      6)     в)

Рисунок 3.2 - Схема однопорогового компаратора со смещенным порогом срабатывания (а) и его передаточные характеристики при ЕЭТ > 0 (б) и ЕЭТ < 0(в)

Если в схеме на рисунке 3.2 а вместо источника эталонного напряжения ис­пользовать второе входное напряжение, получится схема сравнения двух на­пряжений. Пренебрегая погрешностью, обусловленной наличием диапазона неопределенности входного напряжения, можно сказать, что переключение компаратора будет происходить в момент равенства входных напряжений, как по абсолютному значению, так и по знаку. Схема такого устройства и времен­ные диаграммы, поясняющие его работу, приведены на рисунке 3.3.

**3.3 Гистерезиспый компаратор*.***

Гистерезисными называют схемы сравнения, у которых передаточ­ная характеристика неоднозначна. Применительно к ОУ это возможно только в том случае, когда усилитель охвачен цепью ПОС.



*а)      б)*

Рисунок 3.3 - 0днопороговая схема сравнения двух напряжении (а) и временные диаграммы, поясняющие ее работу (б)

На рисунке 3.4 приведена передаточная характеристика ОУ для случаев bОС<1/КОУ, bОС=1/КОУ, и bОС >1/КОУ соответственно.

Изображение выглядит как линия, зарисовка, рисунок, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рисунок 3.4. Передаточные характеристики ОУ с цепью ПОС при bОС < 1/КОУ (1), bОС = 1/КОУ (2), и bОС > 1/КОУ (3)

Очевидно, что увеличение коэффициента передачи цепи ПОС фак­тически приводит к повороту исходной характеристики ОУ вокруг начала координат по часовой стрелке. При этом если bОС = 1/KОУ, то на передаточ­ной характеристике (зависимость 3) появляется область неоднозначного соответствия между входным и выходным напряжением - гистерезис. Это позволяет построить устройства, у которых напряжения срабатывания и отпускания не равны между собой. Принципиальная схема такого устрой­ства сравнения и ее передаточная характеристика приведены на рисунке 3.5.

Предположим, что в некоторый момент времени входное напряже­ние схемы равно нулю, а на ее выходе присутствует напряжение положи­тельной полярности +UОГР. Тогда к неинвертирующему входу ОУ прило­жено положительное напряжение:

UВХ.Н = (UОГР\*R2) / (R1+R2) (3.6)

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Технический чертеж, План

Автоматически созданное описание

а)      б)

Рисунок 3.5. Схема гистерезисного компаратора (а) и его передаточная характеристика (б)

Такое состояние схемы является устойчивым и будет поддерживать­ся до тех пор, пока изменяющееся входное напряжение uВХ не увеличится до этого же уровня. В этот момент произойдет изменение выходного на­пряжения ОУ от +UОГР до -UОГР и на неинвертирующем входе ОУ устано­вится напряжение:

UВХ.Н = -(UОГР\*R2) / (R1+R2) (3.7)

Данное состояние также будет устойчивым до тех пор, пока входное напряжение uВХ не уменьшится такого же уровня.

Таким образом, напряжения срабатывания и отпускания в рассмат­риваемой схеме определяются следующим и выражениями:

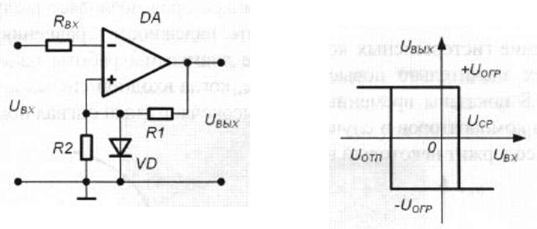
UСР = +(UОГР\*R2) / (R1+R2) (3.8)

UОТ = -(UОГР\*R2) / (R1+R2) (3.9)

Из приведенных выражений видно, что при равенстве абсолютных значений напряжения ограничения на выходе ОУ пороговые напряжения равны по величине, но противоположны по знаку, т.е. передаточная харак­теристика устройства симметрична относительно начала координат.

Для получения различных напряжений срабатывания и отпускания в цепи ПОС ОУ необходимо использовать четырехполюсник, коэффициент передачи которого зависит от полярности его входного напряжения. При­мер такого устройства приведен на рисунке 3.6 а.

В данном случае коэффициент передачи цепи ПОС для положитель­ных выходных напряжений ОУ практически не зависит от уровня этого напряжения и определяется падением напряжения на диоде VD, смещен­ном в прямом направлении. При отрицательных выходных напряжениях диод VD заперт и напряжение отпускания определяется как и в схеме на рисунке 3.5. На рисунке 3.6 б приведена передаточная характеристика данной схемы сравнения. Из рисунка видно, что она несим­метрична относительно начала координат.



а)      б)

Рисунок 3.6 - Схема гистерезисного компаратора с цепью нелинейной ПОС (а) и его передаточная характеристика (б)

Асимметрию передаточной характеристике схемы сравнения можно придать (как и в случае однопорогового устройствах используя дополни­тельные источники смещения. Пример такого решения приведен на рисунке 3.7 а. Здесь источник смещения ЕСМ подключен к не инвертирующему входу ОУ через резистор RДЕЛ - напряжение на неинвертирующем входе равно:

UВХ.Н = (EСМ/RДЕЛ + UВЫХ/R2) / (1/R1+1/R2+1/RДЕЛ) (3.10)

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Технический чертеж, План

Автоматически созданное описание

а)                                         б)

Рис. 3.7. Схема гистерезисного компаратора со смещенной характеристикой (а) и его передаточная характеристика (б)

Тогда напряжения срабатывания и отпускания компаратора опреде­ляются выражениями:

UСР = (EСМ/RДЕЛ + UВЫХ/R1) / (1/R1+1/R2+1/RДЕЛ) (3.11)

UОТП = (EСМ/RДЕЛ - UВЫХ/R1) / (1/R1+1/R2+1/RДЕЛ) (3.12)

Применение гистерезисных компараторов позволяет в случае действия внешних помех значительно повысить надежность сравнения напряжений. Так, на рисунке 3.8 показаны временные диаграммы работы однопорогового и гистерезисного компараторов в случае, когда входной сигнал кроме полезной составляющей содержит некоторый высокочастотный сигнал помехи.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Параллельный, План

Автоматически созданное описание

Рисунок 3.8 - Временные диаграммы работы компараторов в условиях действия напряжения помехи: входной сигнал (а) выходной сигнал однопорогового (б) и гистерезисного (в) компараторов

Очевидно, что в случае использования однопороговой схемы срав­нения на выходе устройства будет сформировано несколько выходных им­пульсов (так называемый «дребезг» выходного напряжения), затрудняю­щих получение однозначного результата. В случае использования гистере­зисного компаратора с правильным выбором напряжений срабатывания и отпускания этого удается избежать и получить на выходе однозначный ре­зультат сравнения.

1. **ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

**4.1 Получение передаточной характеристики однопорогового компаратора**

Для получения передаточной характеристики однопорогового компаратора используется схема, показанная на рисунке 4.1

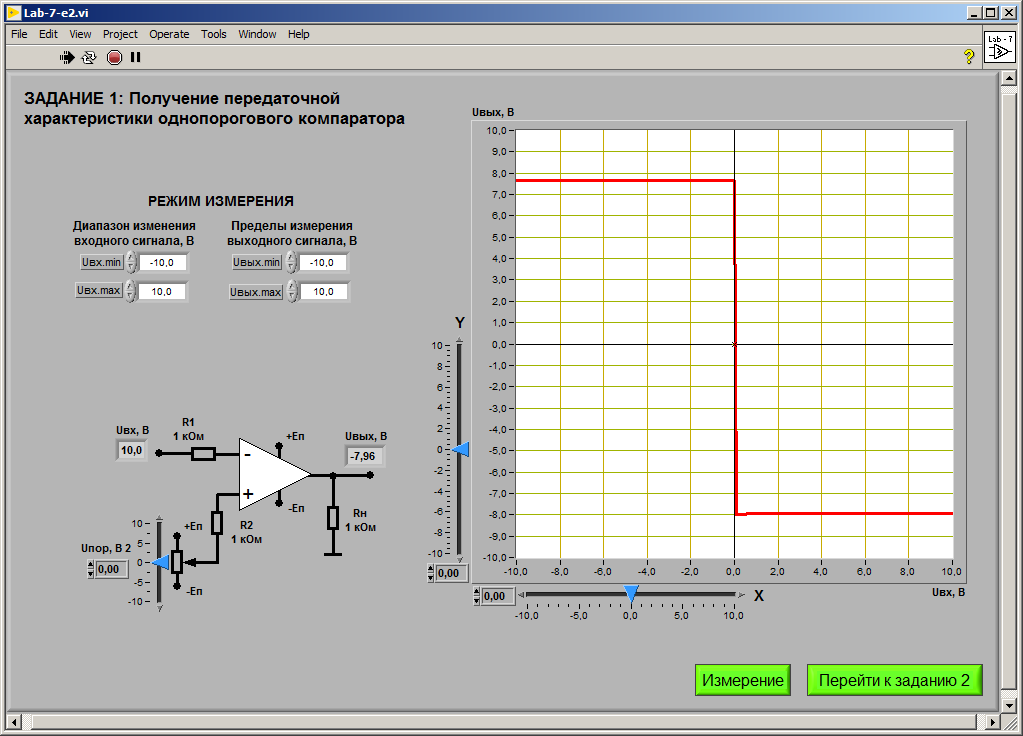
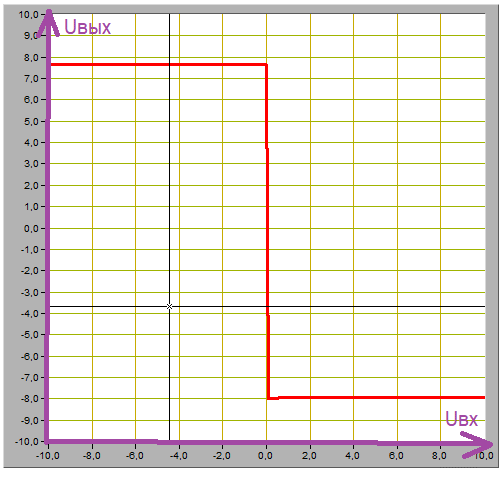


Рисунок 4.1 – схема для получения передаточной характеристики однопорогового компаратора

Устанавливая диапазон изменения входного сигнала: Uвхmin = -10 В, Uвхmax = +10 В, диапазон изменения входного сигнала: Uвыхmin = -10 В, Uвыхmax = +10 В и порог срабатывания компаратора UПОР = 0 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.2.

Рисунок 4.2 – передаточная характеристика однопорогового компаратора (UПОР = 0 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину входного сигнала Uвх, при котором про исходит переключение компаратора: Uвх= 0 В.

Устанавливая порог срабатывания компаратора UПОР = -2.5 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.3.

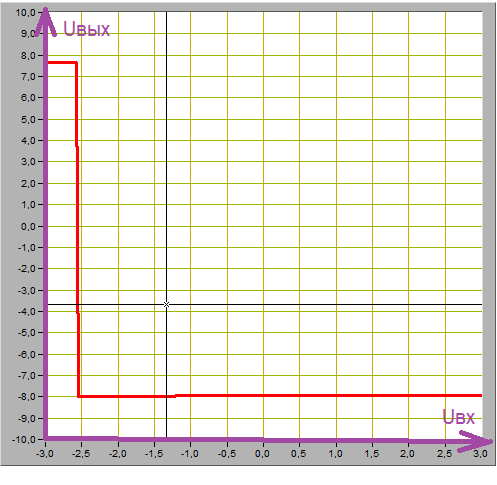
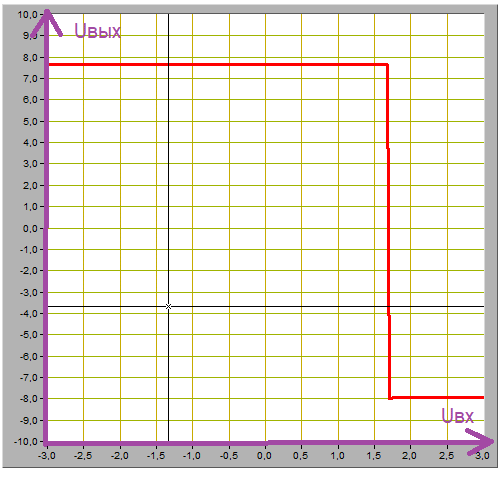


Рисунок 4.3 – передаточная характеристика однопорогового компаратора (UПОР = -2.5 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину входного сигнала Uвх, при котором про исходит переключение компаратора: Uвх= -2.55 В.

Устанавливая порог срабатывания компаратора UПОР = +1.7 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.4.

Рисунок 4.4 – передаточная характеристика однопорогового компаратора (UПОР = +1.7 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину входного сигнала Uвх, при котором про исходит переключение компаратора: Uвх= +1.7 В

**4.2 Исследование работы однопорогового компаратора**

Для исследования работы однопорогового компаратора используется схема, показанная на рисунке 4.5

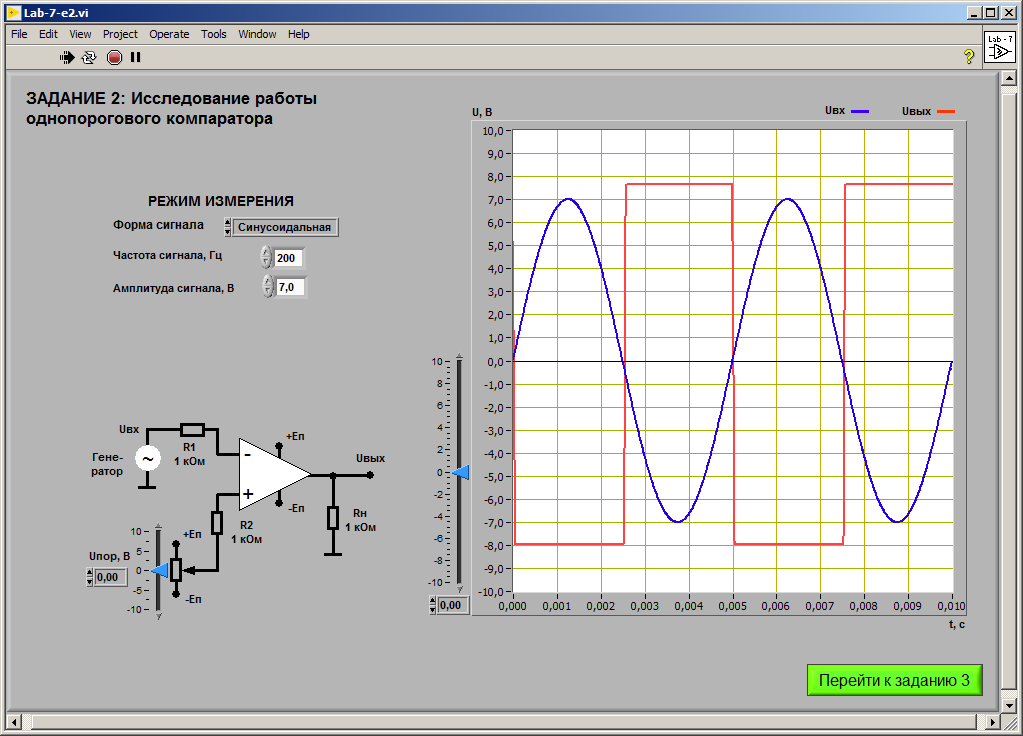


Рисунок 4.5 – схема для исследования работы однопорогового компаратора

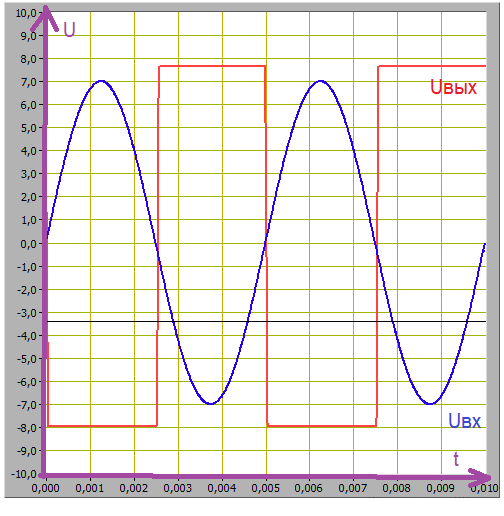
Устанавливаем синусоидальную форму сигнала и частоту сигнала 200 Гц, амплитуду входного сигнала 7 В, порог срабатывания 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.6.

Рисунок 4.6 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = 0 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = 0 В.

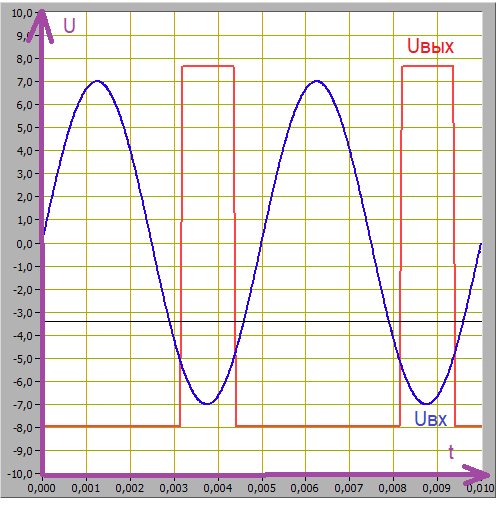
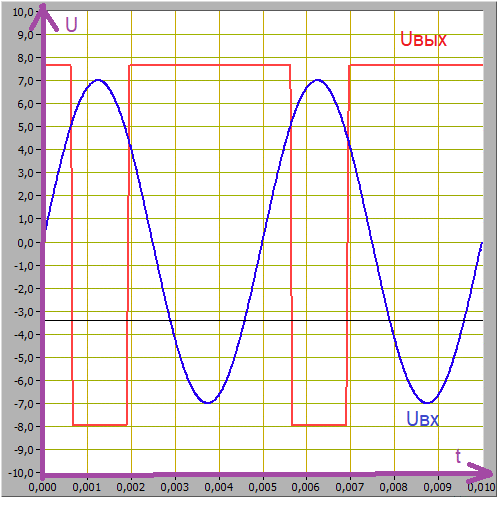
Устанавливаем порог срабатывания -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.7.

Рисунок 4.7 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = -5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = -5 В.

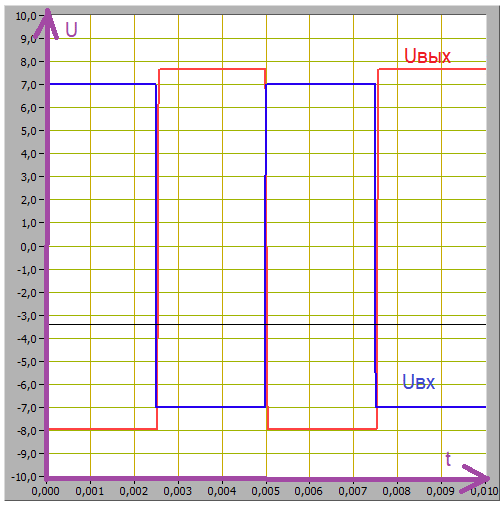
Устанавливаем порог срабатывания +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.8.

Рисунок 4.8 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = +5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = +5 В.

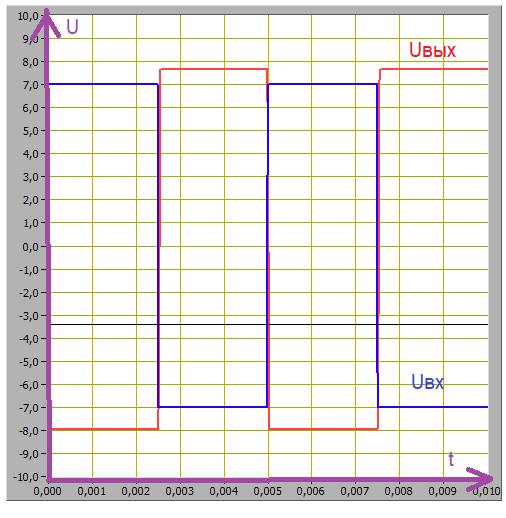
Устанавливаем прямоугольную форму сигнала и порог срабатывания 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.9.

Рисунок 4.9 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = 0 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = 0 В.

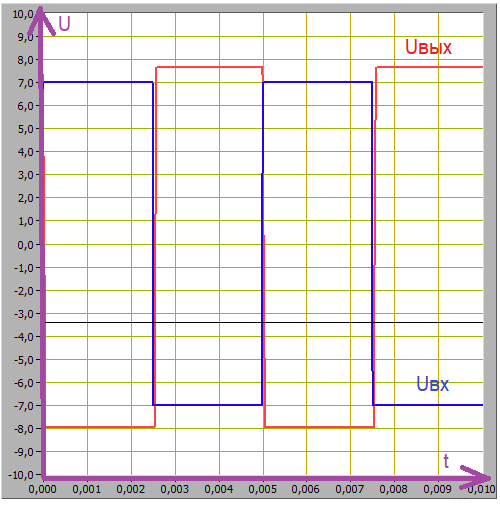
Устанавливаем порог срабатывания -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.10.

Рисунок 4.10 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = -5 В)

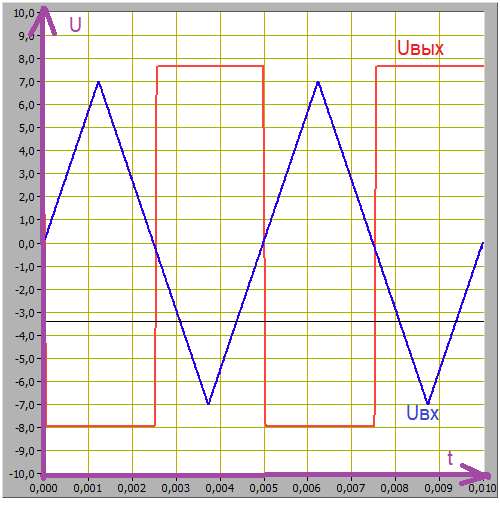
По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = -5 В.

Устанавливаем порог срабатывания +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.11.

Рисунок 4.11 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = +5 В)

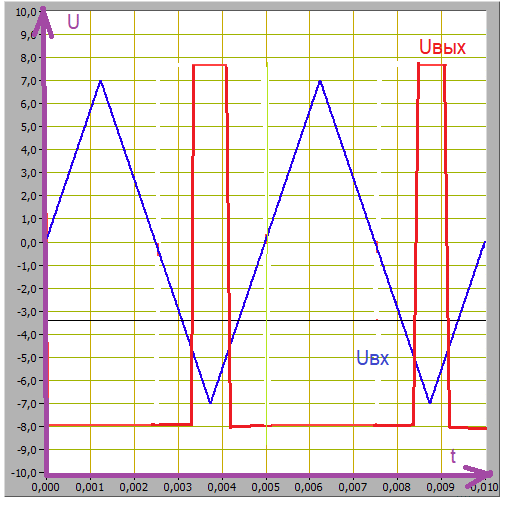
Устанавливаем треугольную форму сигнала и порог срабатывания 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.12.

Рисунок 4.12 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = 0 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = 0 В.

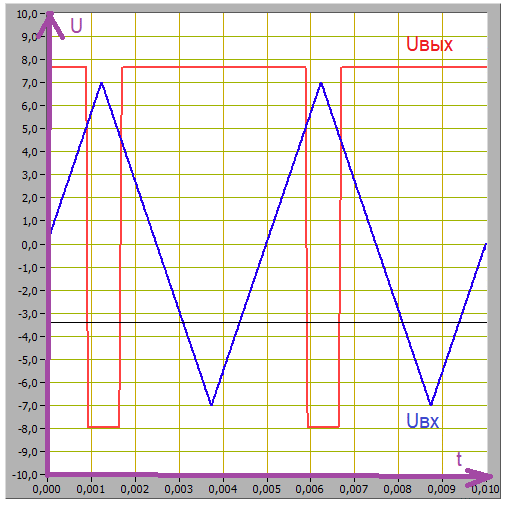
Устанавливаем порог срабатывания -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.13.

Рисунок 4.13 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = -5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = -5 В.

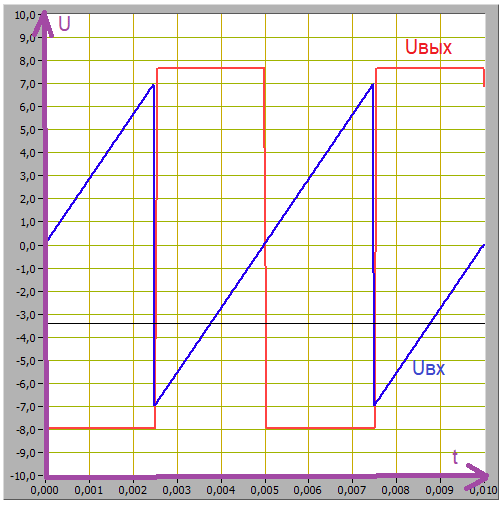
Устанавливаем порог срабатывания +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.14.

Рисунок 4.14 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = +5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = +5 В.

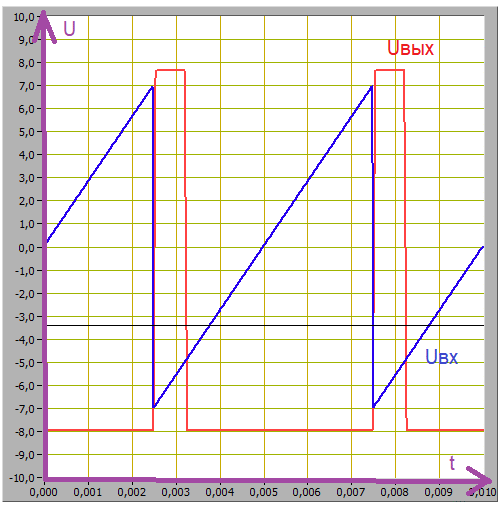
Устанавливаем пилообразную форму сигнала и порог срабатывания 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.15.

Рисунок 4.15 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = 0 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = 0 В.

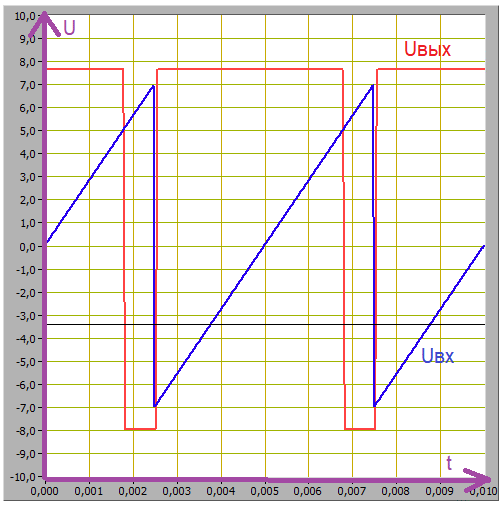
Устанавливаем порог срабатывания -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.16.

Рисунок 4.16 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = -5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = -5 В.

Устанавливаем порог срабатывания +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.17.

Рисунок 4.17 – график напряжения на однопороговом компараторе

(UПОР = +5 В)

По графику определяем величину порогового значения входного напряжения: Uвхпор = +5 В.

**4.3 Получение передаточной характеристики гистерезисного компаратора**

Для получения передаточной характеристики гистерезисного компаратора используется схема, показанная на рисунке 4.18

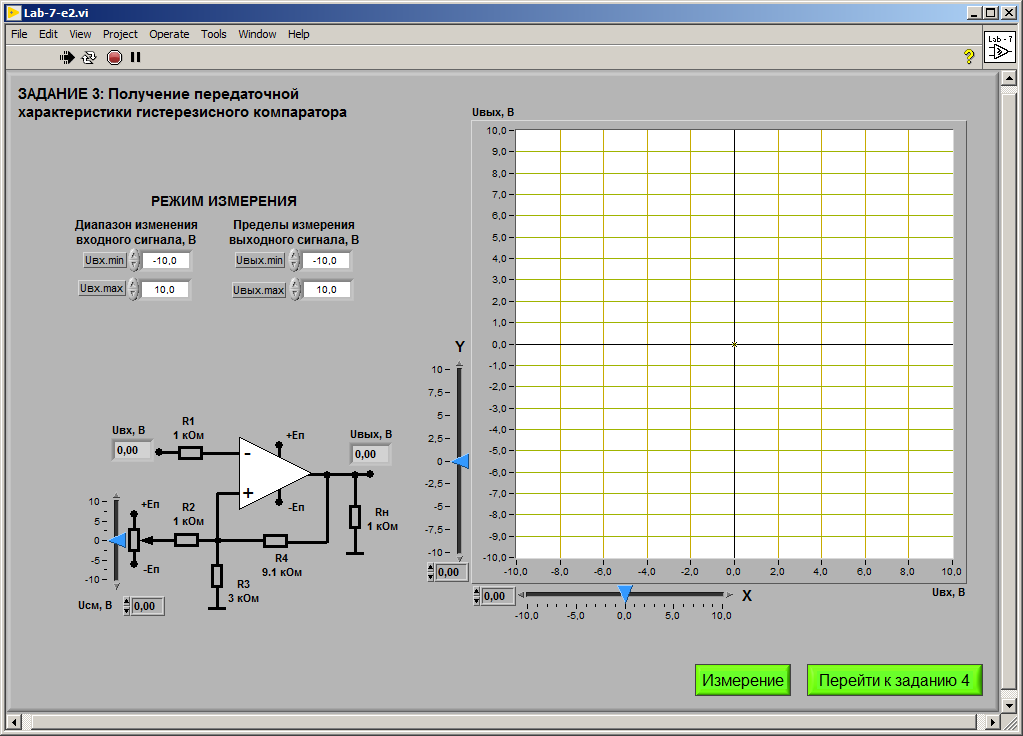
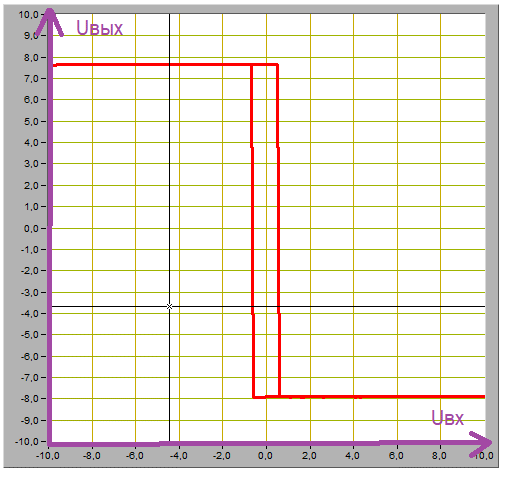


Рисунок 4.18 – схема для получения передаточной характеристики гистерезисного компаратора

Устанавливая диапазон изменения входного сигнала: Uвхmin = -10 В, Uвхmax = +10 В, диапазон изменения входного сигнала: Uвыхmin = -10 В, Uвыхmax = +10 В и напряжение источника смещения UСМ = 0 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.19.

Рисунок 4.19 – передаточная характеристика гистерезисного компаратора (UСМ = 0 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину напряжения срабатывания компаратора при монотонном увеличении: UСР = +0.65 В , и уменьшении: UОТ = -0.65 В - входного сигнала.

Вычисляем напряжения срабатывания и отпускания компаратора по следующим формулам:

(4.1)

(4.2)

Получаем значения:

UСР = 0.59 В

UОТ = -0.6 В

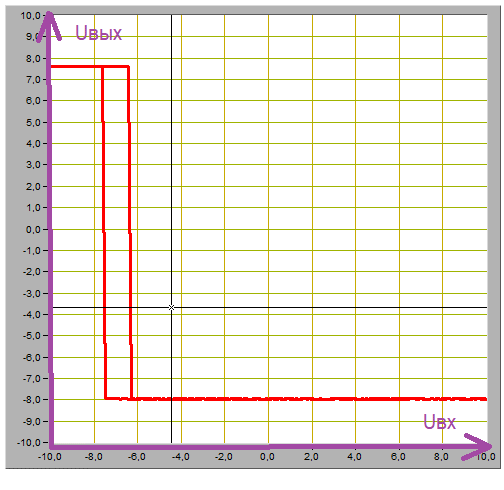
Устанавливая напряжение источника смещения UСМ = -10 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.20.

Рисунок 4.20 – передаточная характеристика гистерезисного компаратора (UСМ = -10 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину напряжения срабатывания компаратора при монотонном увеличении: UСР = -6.3 В , и уменьшении: UОТ = -7.7 В - входного сигнала.

Вычисляем напряжения срабатывания и отпускания компаратора по формулам 4.1 и 4.2:

Получаем значения:

UСР = -6.34 В

UОТ = -7.55 В

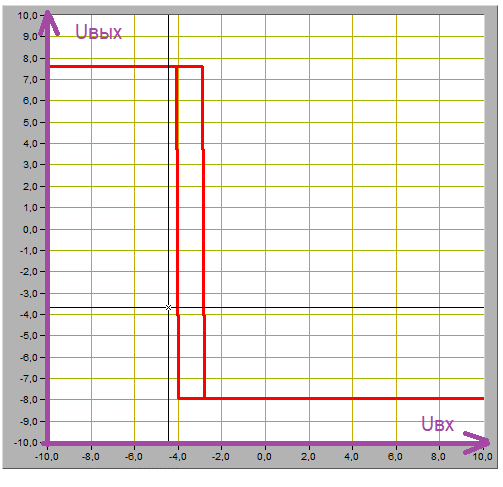
Устанавливая напряжение источника смещения UСМ = -5 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.21.

Рисунок 4.21 – передаточная характеристика гистерезисного компаратора (UСМ = -5 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину напряжения срабатывания компаратора при монотонном увеличении: UСР = -2.8 В , и уменьшении: UОТ = -4 В - входного сигнала.

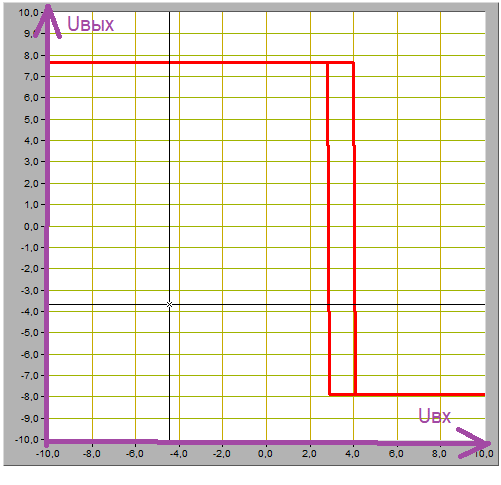
Вычисляем напряжения срабатывания и отпускания компаратора по формулам 4.1 и 4.2:

Получаем значения:

UСР = -2.87 В

UОТ = -4.07 В

Устанавливая напряжение источника смещения UСМ = +5 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.22.

Рисунок 4.22 – передаточная характеристика гистерезисного компаратора (UСМ = +5 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину напряжения срабатывания компаратора при монотонном увеличении: UСР = -2.8 В , и уменьшении: UОТ = -4 В - входного сигнала.

Вычисляем напряжения срабатывания и отпускания компаратора по формулам 4.1 и 4.2:

Получаем значения:

UСР = +4.05 В

UОТ = +2.86 В

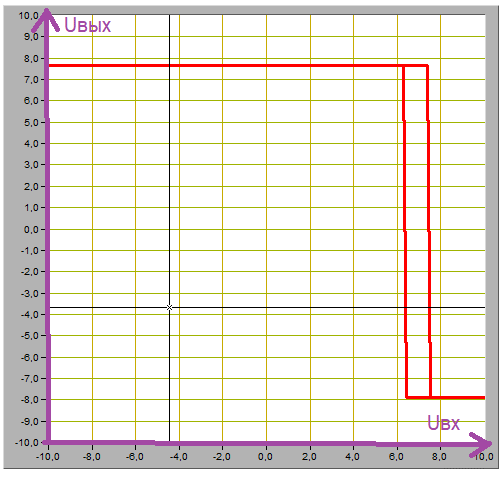
Устанавливая напряжение источника смещения UСМ = +10 В, получаем изображение передаточной характеристики компаратора. График представлен на рисунке 4.23.

Рисунок 4.23 – передаточная характеристика гистерезисного компаратора (UСМ = +10 В)

По графику передаточной характеристики определяем положительное и отрицательное напряжения компаратора: Uвых+ = +7.7 В; Uвых- = -8 В.

По графику передаточной характеристики определяем величину напряжения срабатывания компаратора при монотонном увеличении: UСР = +7.5 В , и уменьшении: UОТ = +6.3 В - входного сигнала.

Вычисляем напряжения срабатывания и отпускания компаратора по формулам 4.1 и 4.2:

Получаем значения:

UСР = +7.52 В

UОТ = +6.33 В

Величина гистерезиса не изменяется при изменении напряжения смещения и приблизительно равна 1.2 В.

**4.4 Исследование работы гистерезисного компаратора**

Для исследования работы гистерезисного компаратора используется схема, показанная на рисунке 4.24

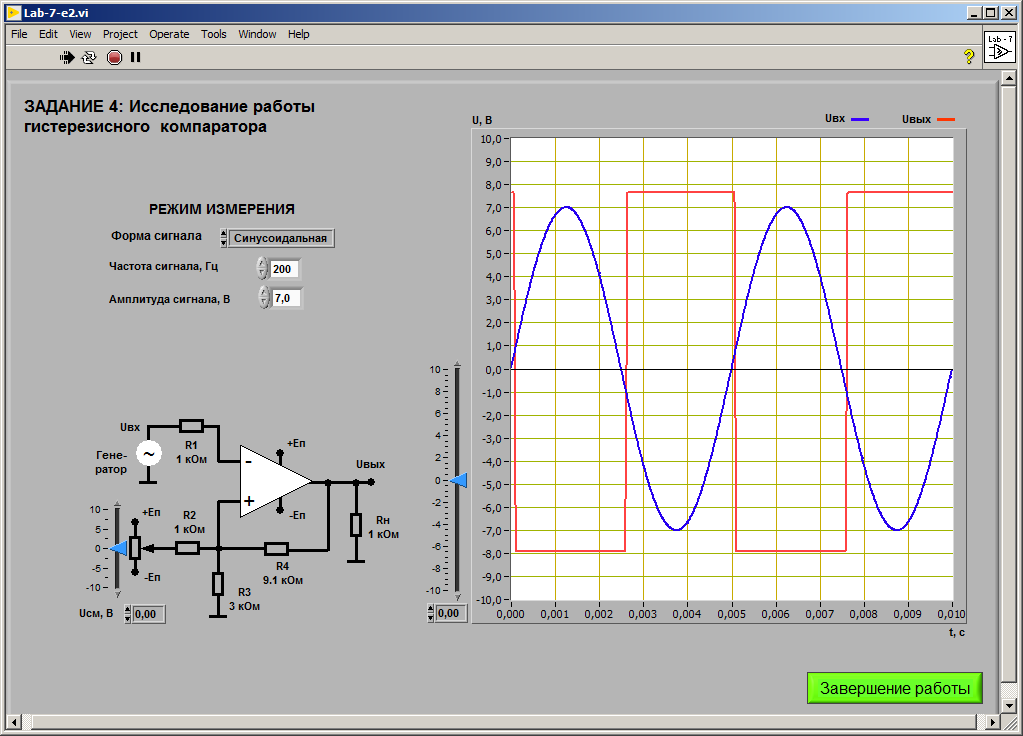
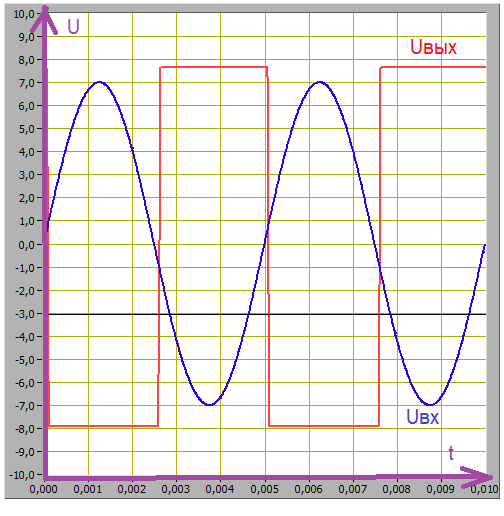


Рисунок 4.24 – схема для исследования работы гистерезисного компаратора

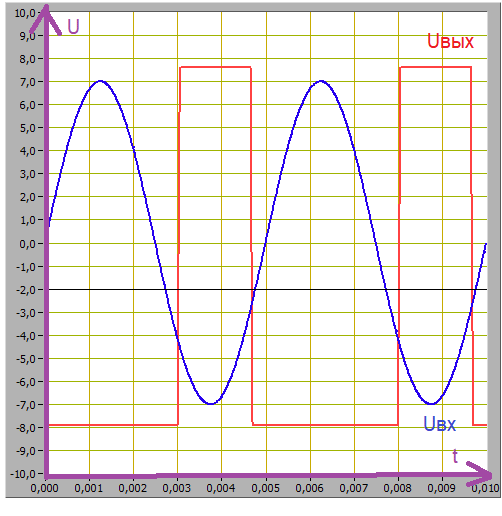
Устанавливаем синусоидальную форму сигнала и частоту сигнала 200 Гц, амплитуду входного сигнала 7 В, напряжение источника смещения 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.25.

Рисунок 4.25 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = 0 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = 0.8 В, UОТ = -1 В.

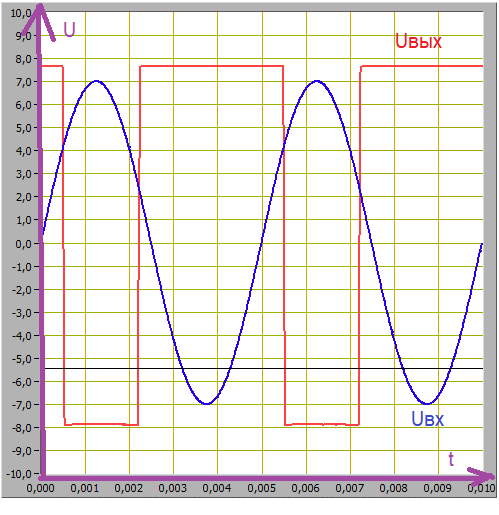
Устанавливаем напряжение источника смещения -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.26.

Рисунок 4.26 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = -5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = -3 В, UОТ = -4.2 В.

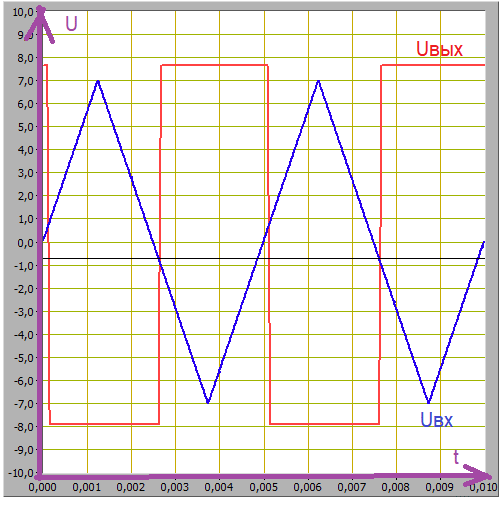
Устанавливаем напряжение источника смещения +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.27.

Рисунок 4.27 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = +5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +4.1 В, UОТ = +2.8 В.

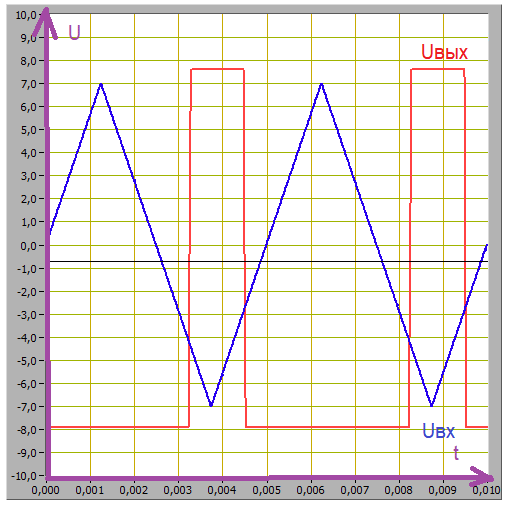
Устанавливаем треугольную форму сигнала и напряжение источника смещения 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.28.

Рисунок 4.28 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = 0 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +0.8 В, UОТ = -0.5 В.

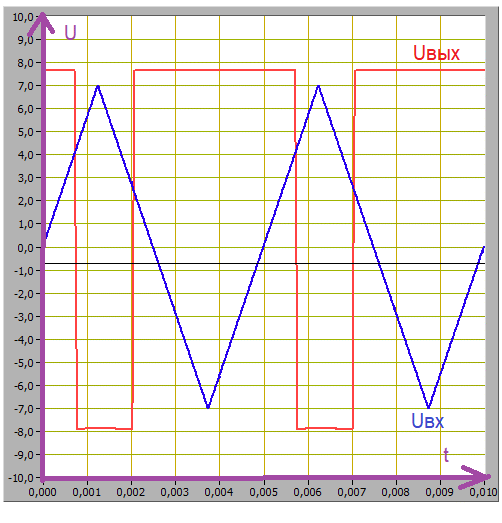
Устанавливаем напряжение источника смещения -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.29.

Рисунок 4.29 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = -5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = -2.7 В, UОТ = -4 В.

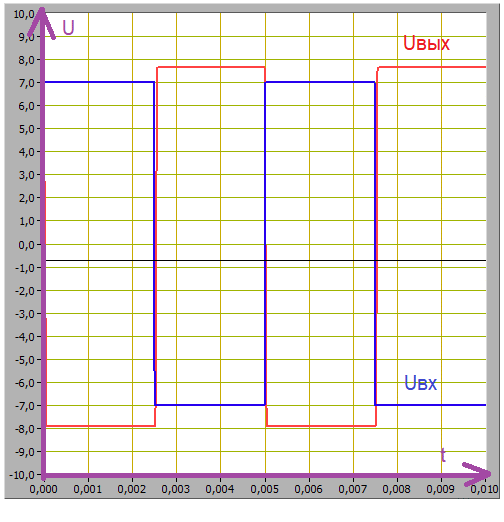
Устанавливаем напряжение источника смещения +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.30.

Рисунок 4.30 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = +5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +4 В, UОТ = +2.6 В.

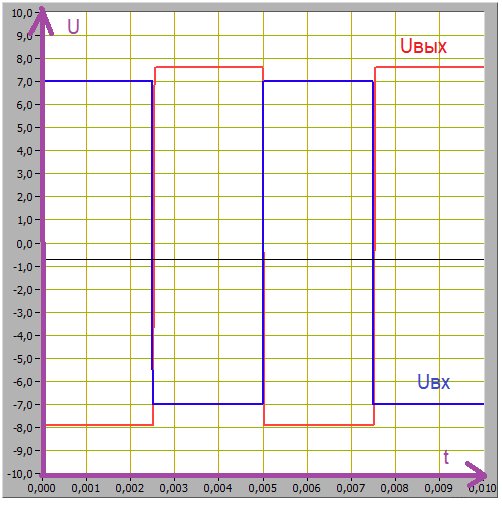
Устанавливаем прямоугольную форму сигнала и напряжение источника смещения 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.31.

Рисунок 4.31 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = 0 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +0.5 В, UОТ = -0.6 В.

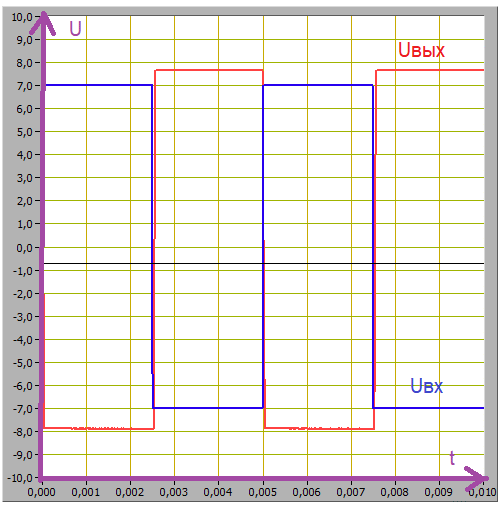
Устанавливаем напряжение источника смещения -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.32.

Рисунок 4.32 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = -5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = -2.8 В, UОТ = -4.2 В.

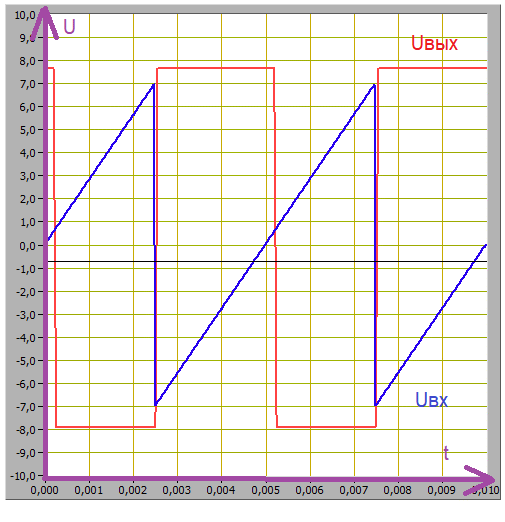
Устанавливаем напряжение источника смещения +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.33.

Рисунок 4.33 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = +5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +4.3 В, UОТ = +3.2 В.

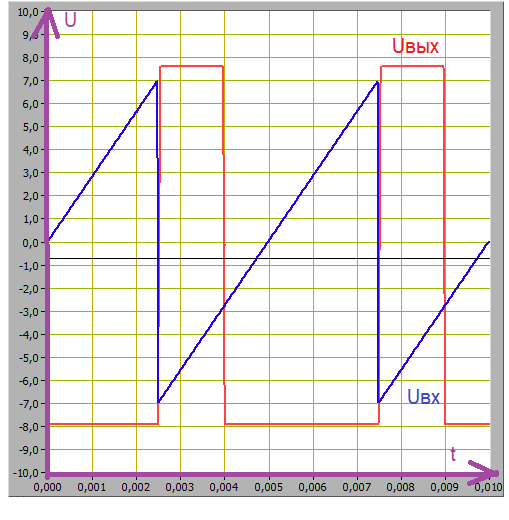
Устанавливаем пилообразную форму сигнала и напряжение источника смещения 0 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.34.

Рисунок 4.34 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = 0 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +0.6 В, UОТ = -1 В.

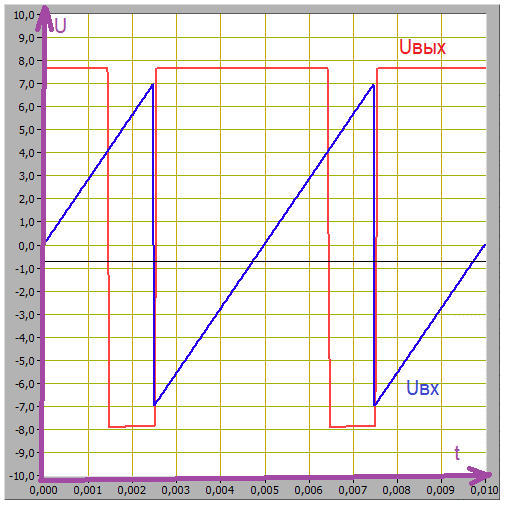
Устанавливаем напряжение источника смещения -5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.35.

Рисунок 4.35 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = -5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = -3 В, UОТ = -4 В.

Устанавливаем напряжение источника смещения +5 В. Получаем изображение выходного сигнала. График представлен на рисунке 4.36.

Рисунок 4.36 – график напряжения на гистерезисном компараторе

(UСМ = +5 В)

По графику определяем величину напряжения срабатывания и отпускания: UСР = +4 В, UОТ = +2.5 В.

**5 ВЫВОДЫ**

В процессе работы была изучена работа аналоговых компараторов напряжения.

Была получена передаточная характеристика однопорогового компаратора.

Была исследована работа однопорогового компаратора.

Была получена передаточная характеристика гистерезисного компаратора.

Была исследована работа гистерезисного компаратора.