

Компараторы сигналов

Рассмотрим операционный усилитель без обратной связи (рис. 1а).

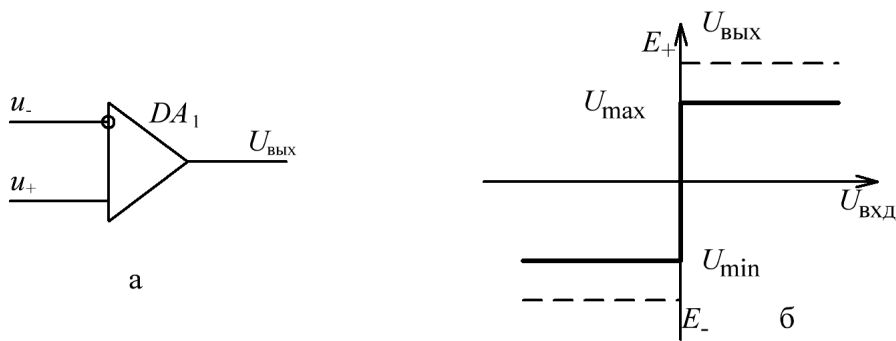


Рис. 1

Его передаточная характеристика приведена на рис. 1б. Из нее следует, что операционный усилитель реализует функцию сравнения двух сигналов: если $u_+ > u_-$, то $u_{\text{ВЫХ}} = u_{\text{max}}$, если $u_+ < u_-$, то $u_{\text{ВЫХ}} = u_{\text{min}}$. В данном случае выходной сигнал может принимать только два значения, одно соответствует максимально возможному выходному напряжению операционного усилителя, другое – минимальному.

Пример временной диаграммы работы операционного усилителя в режиме компаратора приведен на рис. 2.

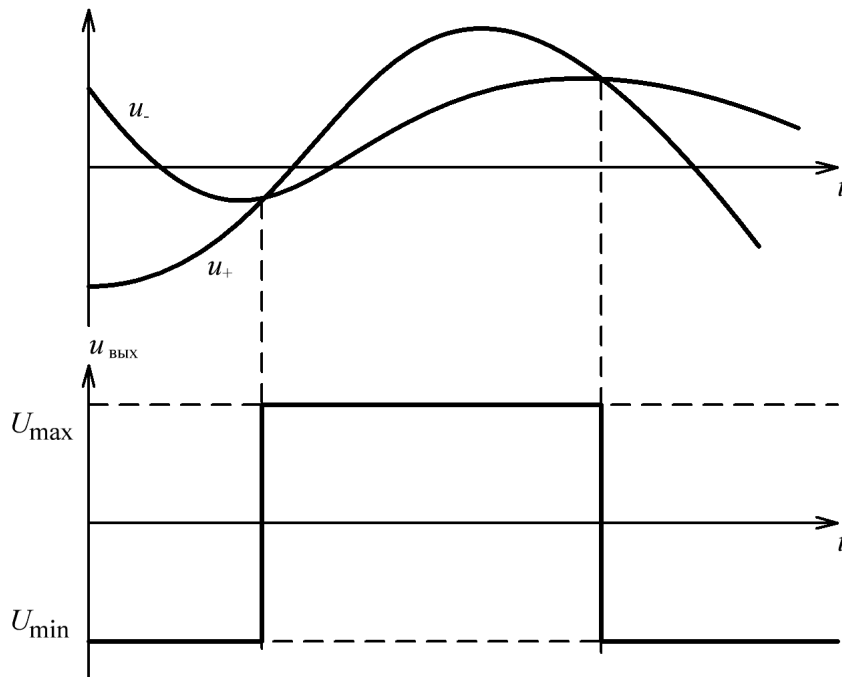


Рис. 2

Как видно из рисунка выходной сигнал меняет свое состояние в моменты равенства входных сигналов.

Если один из входных сигналов постоянен, то реализуется функция сравнения сигнала с пороговым значением (рис. 3).

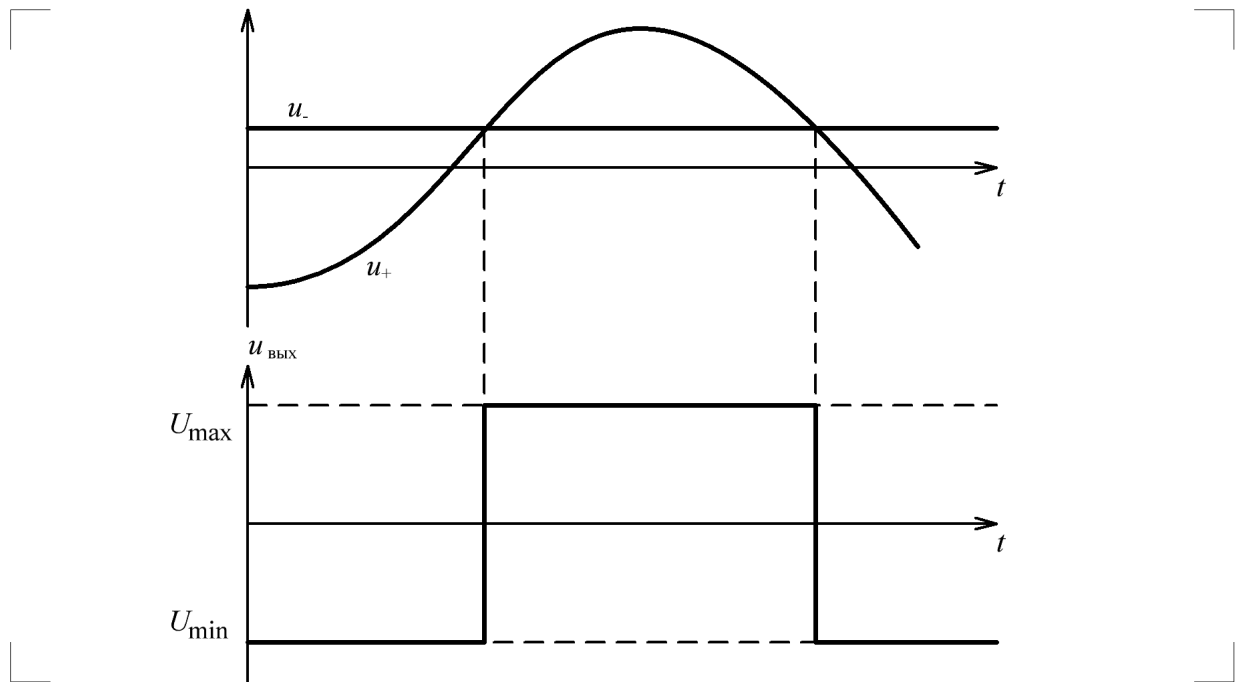


Рис. 3

Если пороговое значение равно нулю $u_- = 0$, то выходной сигнал показывает полярность входного.

При сравнении медленно меняющихся или зашумленных сигналов возникает явление дребезга выходного сигнала (рис. 4).

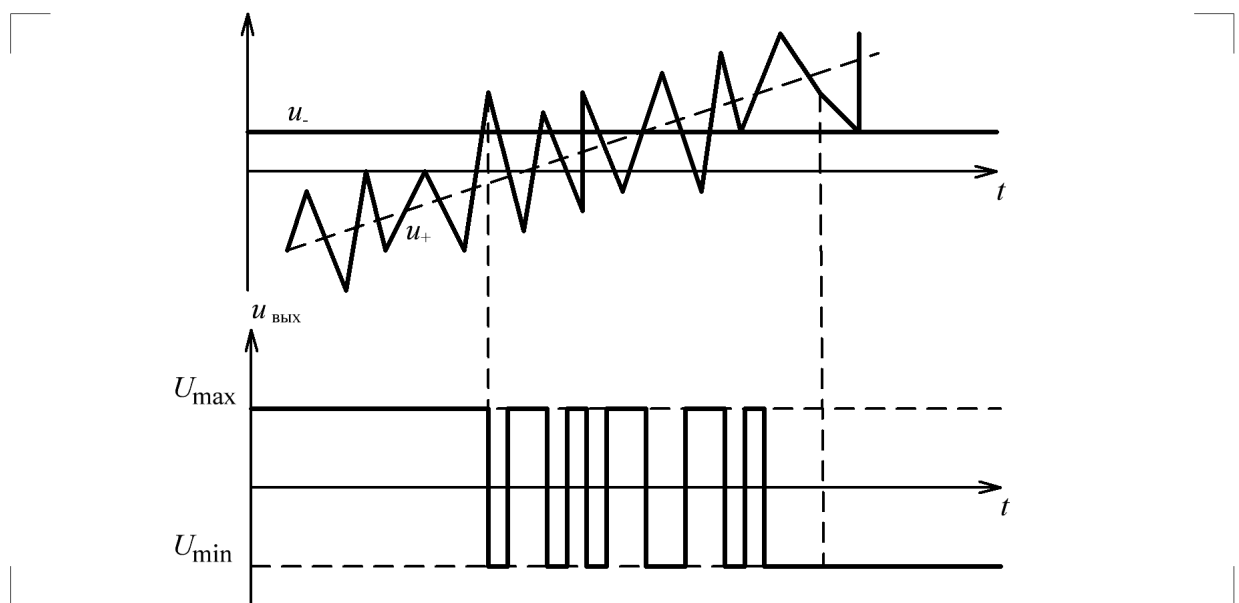


Рис. 4

Причина этого – многократные переключения выходного сигнала при нахождении входного вблизи порога. Для устранения дребезга вводится положи-

тельная обратная связь (рис. 5).

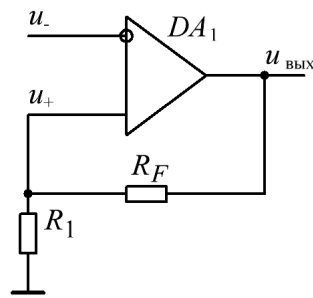


Рис. 5

В этой схеме порог переключения зависит от состояния выходного сигнала.

Если $u_{\text{ВЫХ}} = u_{\text{max}}$, то $u_{+1} = u_{\text{max}} \frac{R_1}{R_1 + R_F}$. Это возможно, если $u_- < u_{+1}$.

Если $u_{\text{ВЫХ}} = u_{\text{min}}$, то $u_{+2} = u_{\text{min}} \frac{R_1}{R_1 + R_F}$. Это реализуется при $u_- > u_{+2}$.

В результате на передаточной характеристике образуется петля гистерезиса (рис. 6).

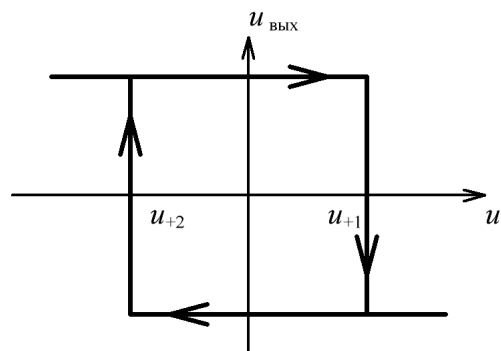


Рис. 6

Диаграммы работы компаратора с положительной обратной связью вблизи порога приведены на рис. 7.

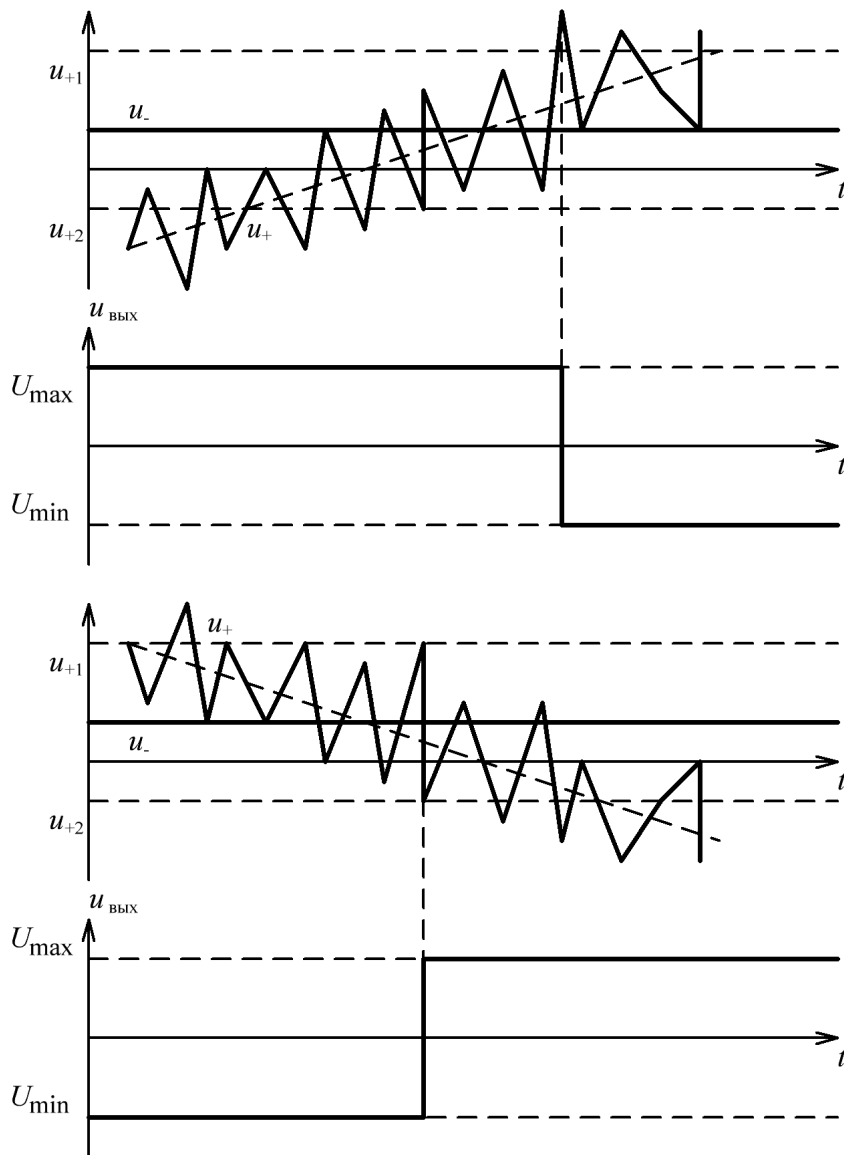


Рис. 7

Как видно, при нарастании входного сигнала на втором входе сигнал, соответствующий порогу переключения равен u_{+1} . Если при этом отрицательные выбросы шумового процесса во входном сигнале не достигают уровня u_{+2} дребезга выходного сигнала не происходит.

Аналогичная ситуация реализуется при уменьшении входного сигнала, но в последнем случае порог переключения равен u_{+2} .

Моделирование компаратора с положительной обратной связью можно выполнить по схеме, изображенной на рис. 8 в режиме расчета на постоянном токе при варьировании входного напряжения в сторону его уменьшения и увеличения.

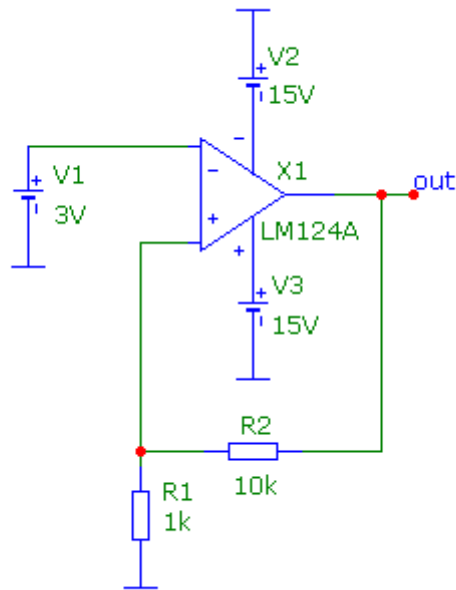


Рис. 8

Результат моделирования показан на рис. 9.

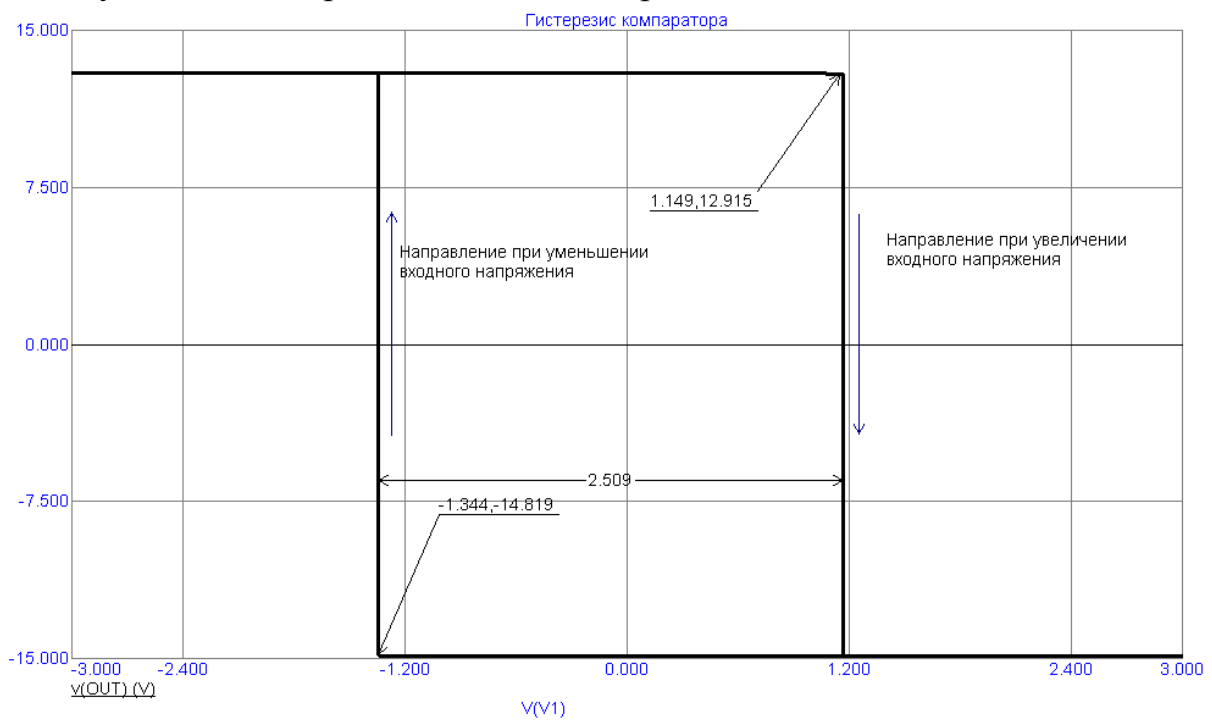


Рис. 9

На практике операционные усилители в качестве компараторов применяются редко. Дело в том, что основное применение компараторов связано с преобразованием аналоговых сигналов в цифровые. В этом случае необходимо, чтобы уровни выходного сигнала соответствовали логическим уровням интересующего семейства цифровых схем, а не были бы связаны только с напряжениями питания. Поэтому выходные каскады микросхем компараторов проектируются специальным образом, а выходной сигнал соответствует логическому нулю или логической единице.