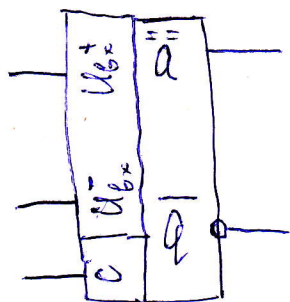
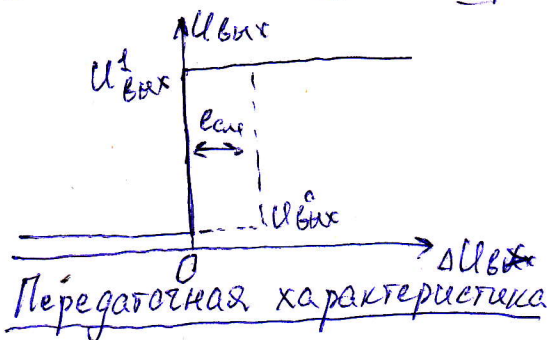


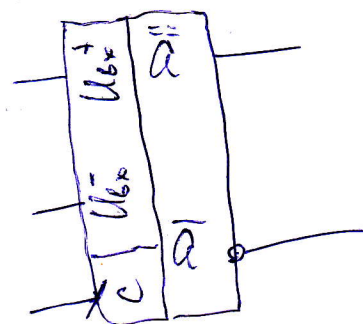
## Аналоговые компараторы напряжений

Компараторами напряжений называют интегральные микросхемы, предназначенные для сравнения двух напряжений и выдажи результата сравнения в логической форме: больше или меньше. По сути дела компаратор чувствителен к полярности напряжения, приложенного между его сигнальными входами. Напряжение на выходе будет иметь высокий уровень  $U_{вых}$  всякий раз, когда разность между  $U_{вх+}$  и  $U_{вх-}$  — положительна. Низкий, если  $U_{вх-} > U_{вх+}$ .

$$U_{вых} = \begin{cases} U_{вых}^+ \text{ при } U_{вх+} > U_{вх-}, \text{ или } \Delta U_{вх} > 0 \\ U_{вых}^- \text{ при } U_{вх+} < U_{вх-}, \text{ или } \Delta U_{вх} < 0 \end{cases}$$



Стробир. по ур.



Стробир. по фронту сгн.

Поскольку стробирующий импульс приходит одновременно с изменяющимся входным сигналом, то минимальная длительность строба (или его фронта) должна быть такой, чтобы входной сигнал успел пройти через дифф. каскад, прежде чем сработает ячейка памяти. Это время называют временем разрешения выборки.

- Стробирование повышает помехозащищенность компаратора, т.к. помеха может изменить состояние выхода только во время разрешения выборки.

- Цель смещения обеспечивает получение оптимальных уровней токов в элементах дифф. каскада, исключает его насыщение при больших уровнях входных сигналов. Также она устанавливает соответв. уровни напряжения и тока в выходном логическом каскаде. Благодаря этому обеспечивается работа компаратора с определ. типом логики — ТТЛ, ЭСЛ или КМОП.

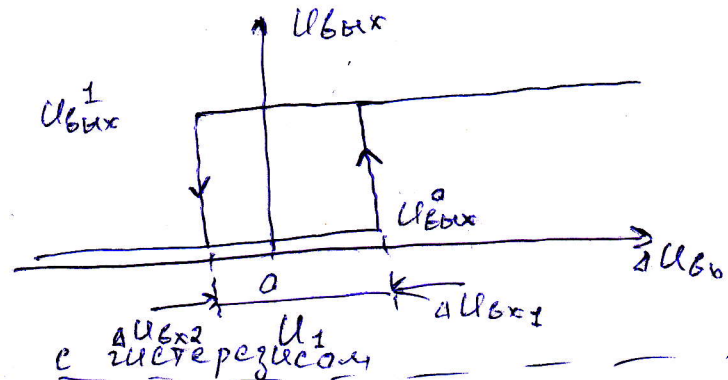
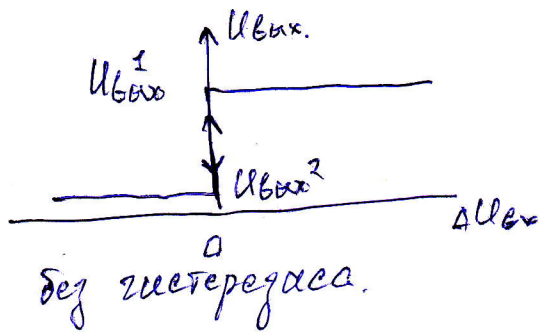
### Характеристики аналоговых компараторов.

Статистические (опред. состоян. в установ. режиме)

- Пороговая чувствительность — минимальный разностный сигнал, который можно обнаружить компаратором и зафиксировать на выходе, как логический сигнал.
- Напряжение смещения  $U_{см}$  — определяет смещение передаточн. характер. компаратора относ. идеального положения (для коррекции использ. балансировку)
- Входные токи  $I_{вх+}$  и  $I_{вх-}$
- Разность входных токов  $\Delta I_{вх} = I_{вх+} - I_{вх-}$  — ток, протекающий через закорот. входы.



- Напряжение гистерезиса  $U_T$  - разность входных напряжений, вызывающих срабатывание компаратора при увеличении или уменьш. входного напряж.
  - Коэфф. ослабл. сигнала  $K_{осс} = 20 \lg(U_{сигн} / \Delta U_{вх})$
  - Входное сопротивление - полное входное сопротивл. для малого разностного сигнала
  - Выходные логические уровни - значения напряж.  $U_{вых}^1$  и  $U_{вых}^0$
  - Выходной ток  $I_{вых}$  - ток, отдаваемый компаратором в нагрузку.
- $E_{см}, \frac{dE_{см}}{dT}, I_{вх}, \Delta I_{вх}, U_1$  - влияют на суммарную погрешн. компаратора.
- манр. гист.



Гистерезис проявл. в том, что

$0 \rightarrow 1$  при  $\Delta U_{вх1}$

$1 \rightarrow 0$  при  $\Delta U_{вх2}$

$$\Rightarrow U_1 = \Delta U_{вх1} - \Delta U_{вх2}$$

манр. гистерезиса.

$U_1$  входит в полную погрешн. если  $\Delta U_{вх}$  - измен. знак.

Наличие гистерезиса связано с использованием ПОС, которая позвол. устрани. дрейф  $U_{вых}$  при  $\Delta U_{вх} = 0$ .

Наличие гистерезиса приводит к возникн. зоны неопредел. внутри которой невозможно установить значение  $\Delta U_{вх}$ .

### Динамические параметры

•  $t_{зд}$  - время задержки распротр. скачкообр. входн. сигнала (время переключ. компаратора)

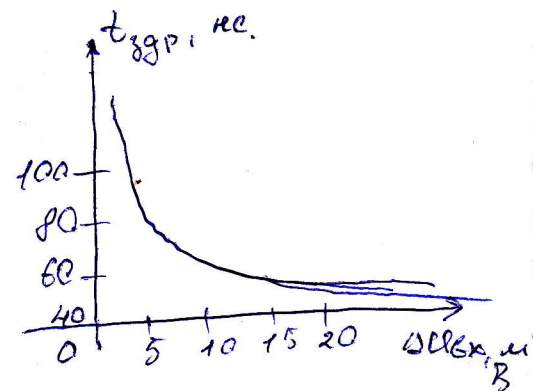
(от момента подачи  $\Delta U_{вх}$  до момента выхода

Ско существенно зависит от уровня входн. дифф. сигнала  $\Delta U_{вх}$

$\Delta U_{вых}^1$  или  $\Delta U_{вых}^0$

$\Delta U_{вх} \uparrow \rightarrow t_{зд} \downarrow$

Увеличение входа на порядок  $\rightarrow t_{зд} \downarrow$  в 2,5 раза!



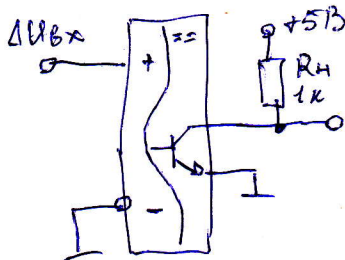
Стробирруемые компараторы характер. временн. разреш. выборки. и мин. частотой стробирования.

Качество  $\uparrow$  при  $t_{выб} \downarrow$  и  $f_{строб} \uparrow$

## Классификация компараторов

- Общего применения ( $t_{зд} < 300 \text{ нс}$ ;  $K_u < 100 \text{ дБ}$ )
- Быстродейств. ( $t_{зд} < 30 \text{ нс}$ )
- Прецизионные ( $K_u > 100 \text{ дБ}$ ,  $e_{см} < 3 \text{ мВ}$ ,  $I_{вх} < 10 \text{ нА}$ )
- С памятью или без
- Строблируемое или нет.

Многие компараторы общего применения имеют на выходе транзистор с открытым коллектором, что позволяет подключать нагрузку этого транзистора к внешнему источнику питания, напряж. которого выбир. в зависимости от типа использ. логики.



нагрузка с открытым коллектором

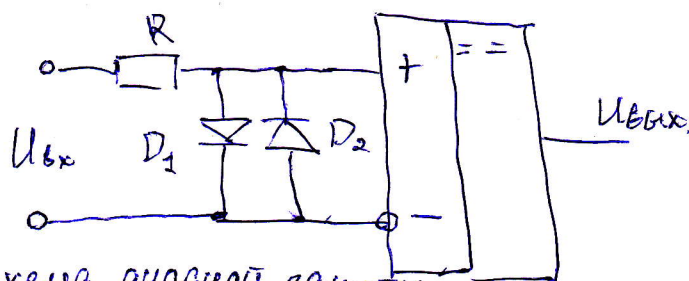


схема диодной защиты

## Применение аналоговых компараторов напряжения

Особенности аналоговых компараторов:

- Отсутствие частотной коррекции
- Большой коэфф. усиления
- Почти никогда не примен. ООС, т.к. она понижает стабильность их работы.

Специализ. компараторы имеют малые задержки, высокую скорость переключ., и устойчивы к больш. переключ. сигналам.

Если сигнал на входе компаратора измен. монотонно, то наличие гистерезиса не отражается на погрешн. компарир.

Основные параметры прецизионных компараторов:

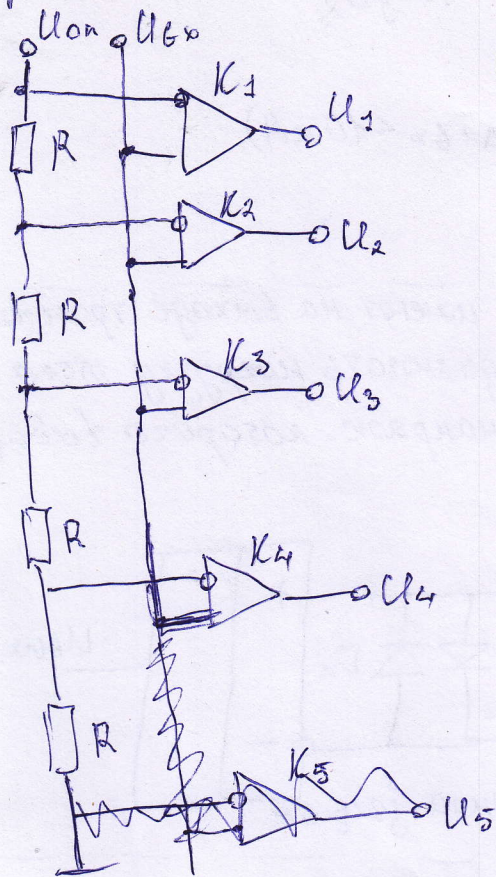
- $K_u$
- $e_{см}$
- $I_{вх}$
- $t_{зд}$

Отказ от ООС  $\rightarrow R_{вх} \downarrow \rightarrow I_{вх} \uparrow$

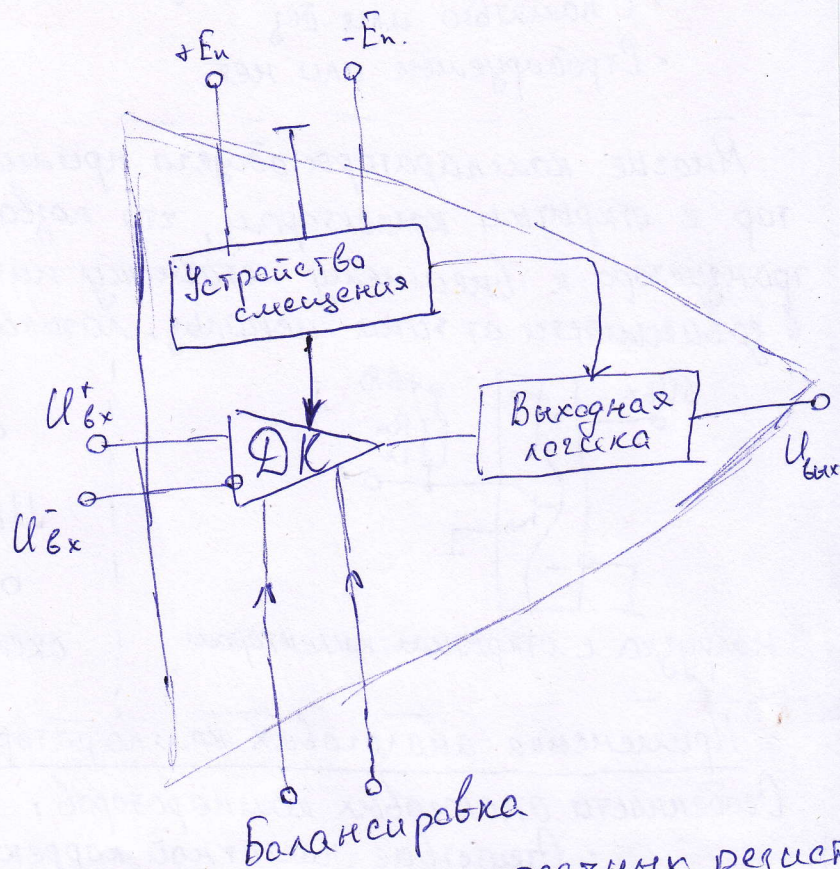
При  $U_{вх} \uparrow \rightarrow$  резко  $I_{вх} \uparrow$ ,  $R_{вх} \downarrow$  из-за резкого увелич. тока базы или включения диодов защиты.



Основное применение компараторов находят в устройствах сопряжения цифровых и аналоговых сигналов. Пример АЦП параллельного типа.



$$U_{вх} = \frac{n U_{оп}}{2^n}, \text{ где } n - \text{номер комп.}$$



• Балансировка обычно реализуется с помощью подстроечных резисторов. Устраняет входное смещение, повышает точность сравнения напряжений. Устранение влияния температурных дрейфов, которые влияют на напряжение смещения.

• Выходная логика позволяет привести сигнал к стандартному уровню (например ТТЛ или CMOS). Иногда с помощью неё можно инвертировать выход. Может включать триггер Шмитта, как защиту от дребезга (истерезис). Иногда позволяет синхронизировать выходной сигнал с внешним тактовым, где требуется строгая синхронизация.

• Некоторые компараторы имеют:

- Защелка (latch) - позволяет зафиксировать состояние выхода до поступл. сл. сигнала.
- Трёхсостоянный выход - позволяет выход отключать.

выход.