

ДВУХПОРОГОВЫЙ КОМПАРАТОР С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМ ВЫХОДОМ

В. М. Гусятин

Харьков

В цифровой контрольно-измерительной технике, различных системах управления все чаще возникает потребность в компараторах с двухпороговой характеристикой (рис. 1). С помощью таких устройств осуществляют допусковый контроль напряжения, т. е. определяют, нахо-

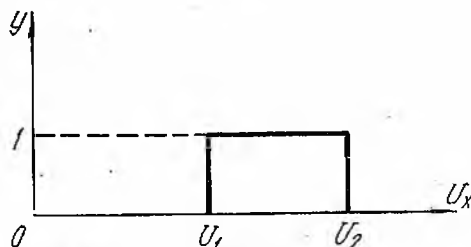


Рис. 1.

дится ли контролируемая величина U_x в пределах допуска U_1, U_2 или вышла за его пределы.

Область нахождения контролируемой величины U_x ($U_1 < U_x < U_2$ или $U_x < U_1, U_x > U_2$) обычно устанавливается по значению выходного сигнала Y компаратора. При этом зачастую важно, чтобы выходной сигнал Y представлял не последовательность импульсов, а потенциал, т. е. чтобы компаратор имел потенциальную двухпороговую характеристику.

На рис. 2 изображена принципиальная электрическая схема регенеративного компаратора с потенциальной двухпороговой характеристикой. В соответствии со схемой двухпорогового компаратора рассмотрим назначение каждого из ее элементов.

Триоды T_1, T_2 , резистивные коллекторно-базовые связи R_5, R_8 , сопротивления нагрузки по постоянному току R_1, R_{10} образуют статический симметричный триггер с нелинейными отрицательными обратными связями R_4, D_5, R_9, D_{10} . В коллекторы триодов T_1, T_2 включены импульсные трансформаторы $Tr1, Tr2$, образующие систему собственных обратных связей для каждого из триодов. Таким образом, триод T_1 имеет цепь положительной обратной связи (конденсатор C_4 , диод D_4 , обмотка II, трансформатора $Tr1$, конденсатор C_2 , база триода T_1) и отрицательной (конденсатор C_4 , диод D_1 , обмотка III трансформатора $Tr1$, конденсатор C_1 , база триода T_1). Триод T_2 имеет две цепи положительной обратной связи (первая — конденсатор C_3 , диод D_9 , обмотка II трансформатора $Tr2$, конденсатор C_7 , база триода T_2 ; вторая — конденсатор C_4 ,

диод D_6 , обмотка III трансформатора $Tr2$, конденсатор C_6 , база триода T_2). Источник напряжения $E_{см}$ и сопротивления R_2, R_3, R_6, R_7 , предназначены для задания рабочих точек на характеристике диодов $D_1—D_4$, $D_6—D_9$. Диоды выполняют роль нелинейных элементов, с помощью ко-

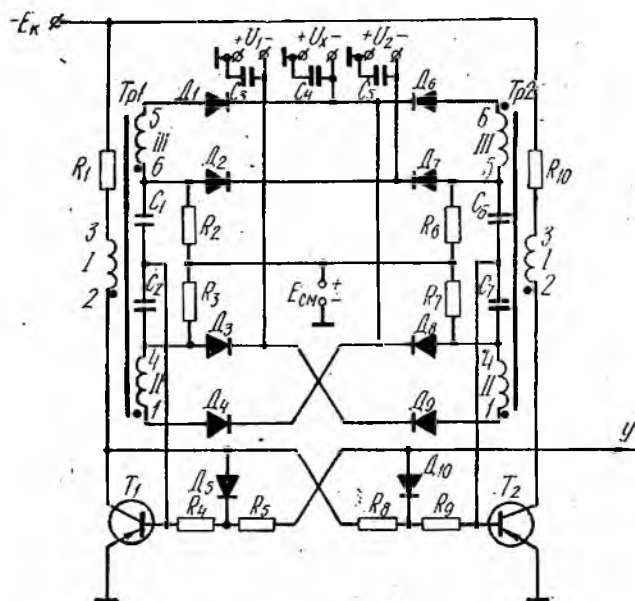


Рис. 2.

торых разности напряжений U_1 и U_x , U_2 и U_x управляют величиной коэффициентов собственных обратных связей триодов T_1, T_2 .

Работу схемы рассмотрим для трех характерных ее режимов, когда $U_x < U_1$, $U_1 < U_x < U_2$ и $U_x > U_2$ (здесь и далее имеется в виду абсолютная величина). Предварительно выясним условия возникновения генерации в цепи триодов T_1, T_2 благодаря их собственным обратным связям.

При $U_x < U_1$ диоды D_1, D_4, D_6, D_8 закрыты, а диоды D_2, D_3, D_7, D_9 открыты. В этом случае цепи собственных обратных связей (положительной и отрицательной) триода T_1 разомкнуты, так как закрыты диоды D_4, D_1 . Одновременно с этим цепь второй положительной обратной связи триода T_2 разомкнута, так как закрыт диод D_6 , а цепь его первой положительной обратной связи замкнута, так как открыт диод D_9 . Поэтому при $U_x < U_1$ для триода T_1 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_2 — выполняется.

При $U_1 < U_x < U_2$ диоды D_1, D_3, D_6, D_9 закрыты, а диоды D_2, D_4, D_7, D_8 открыты. В этом случае обе цепи положительных обратных связей триода T_2 разомкнуты, так как закрыты диоды D_6, D_9 . Одновременно с этим цепь положительной обратной связи триода T_1 замкнута, поскольку открыт диод D_4 , а цепь его отрицательной обратной связи разомкнута, так как диод D_1 закрыт. Поэтому при $U_1 < U_x < U_2$ для триода T_2 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_1 — выполняется.

При $U_x > U_2$ диоды D_2, D_3, D_7, D_9 закрыты, а диоды D_1, D_4, D_6, D_8 открыты. В этом случае наряду с цепью положительной обратной связи триода T_1 замкнута цепь его отрицательной обратной связи (диод D_1

открыт), которая нейтрализует положительную обратную связь. Одновременно с этим вторая цепь положительной обратной связи триода T_2 замкнута, так как открыт диод D_5 . Поэтому при $U_x > U_2$ для триода T_1 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_2 — выполняется.

Продолжая далее анализ работы двухпорогового компаратора предположим, что поданы напряжение $E_{см}$, допусковые напряжения U_1 , U_2 , контролируемое напряжение U_x , и подключим источник коллекторного питания E_k . Тогда, если $U_x < U_1$, то при подключении E_k схема компаратора приходит в состояние, при котором на коллекторе триода T_1 будет высокий отрицательный потенциал, а на коллекторе триода T_2 — низкий. Это объясняется тем, что при $U_x < U_1$ для триода T_1 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_2 выполняется. Поэтому при подключении E_k сразу же возникает генерация в цепи триода T_2 , что и приводит схему в такое устойчивое состояние, при котором триод T_2 насыщен, а триод T_1 почти заперт.

В случае изменения U_x до значений, при которых начинает выполняться неравенство $U_1 < U_x < U_2$, компаратор придет в состояние, при котором на коллекторе триода T_2 будет высокий отрицательный потенциал, а на коллекторе триода T_1 — низкий. Это объясняется тем, что при $U_1 < U_x < U_2$ для триода T_2 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_1 — выполняется. Поэтому как только $U_1 < U_x < U_2$ в цепи триода T_1 сразу же возникает генерация, что и приводит схему в такое состояние, при котором триод T_2 почти запирается, а триод T_1 переходит в насыщенное состояние.

В процессе дальнейшего изменения U_x до значений, при которых начинает выполняться неравенство $U_x > U_2$, компаратор опять придет в такое состояние, при котором на коллекторе триода T_2 будет низкий отрицательный потенциал, а на коллекторе триода T_1 — высокий. Это объясняется тем, что при $U_x > U_2$ для триода T_1 условие возникновения генерации не выполняется, а для триода T_2 выполняется. Поэтому как только $U_x > U_2$ в цепи триода T_2 сразу же возникает генерация, что и приводит схему в такое состояние, при котором триод T_1 почти закрыт, а триод T_2 переходит в насыщенное состояние.

Выше мы рассмотрели работу компаратора для случая, когда U возрастает. Аналогичным образом схема работает и в том случае, когда U_x убывает, проходя допусковые напряжения U_1 , U_2 .

Схема компаратора обладает рядом особенностей. Потенциальный выходной сигнал позволяет непосредственно снимать результат контроля без промежуточного преобразования импульса в потенциал, как это требуется в случае импульсного выходного сигнала. Схема имеет два инверсных выхода, что облегчает логическое согласование ее с остальными узлами системы автоматического контроля.

Компаратор позволяет вести допусковый контроль напряжений положительной и отрицательной полярности. При этом для сохранения работоспособности схемы необходимо выполнить следующие условия

1. для положительной полярности $E_{см} > U_1 > U_2$;
2. для отрицательной полярности $|U_1| < |U_2|$.

Проведенные исследования показали, что такая схема позволяет вести допусковый контроль напряжения порядка 10 в с точностью $\pm 2\%$. Испытуемые схемы имели такие параметры элементов: R_1, R_{10} — 1 ком, R_2, R_3, R_6, R_7 — 10 мом, R_4, R_9 — 200 ом, R_5, R_8 — 4,7 ком, C_1, C_2, C_6, C_7 — 1000 пф, C_3, C_4, C_5 — 0,03 мкф, трансформаторы $Tr1, Tr2$ — МИТ-4 D_5, D_{10} — диоды типа Д9Е, D_1 — D_4, D_6 — D_9 — диоды типа Д220, T_1, T_2 — триоды типа МП16Б, $E_k = 10$ в, $E_{см} = 20$ в.