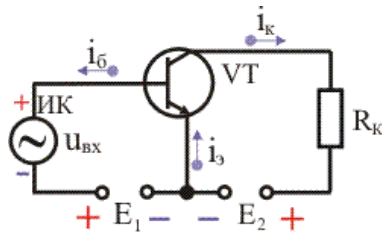


1. Динамические характеристики биполярных транзисторов.

Конечное время движения носителей через базу создает эффект запаздывания. Что эквивалентно эффекту выходной емкости.



Возьмем схему с ОЭ.

Пусть входное напряжение отрицательно. Тогда закрытый переход подобен заряженному конденсатору.

Если в некоторый момент напряжение станет положительным, то в общем случае через сопротивление базы потечет ток (через прямо смещенный переход). При этом потребуется время на перезарядку емкостей эмиттера и коллектора, они образуют апериодические звенья.

Аналогично при обратном процессе. Емкости будут создавать эффект запаздывания.

Для оценки запаздывания используют формулу:

$$\tau_{\text{рас}} = I_{\text{э}} \cdot \tau / I_{\text{б}}$$

$I_{\text{э}} \cdot \tau$ – заряд на эмиттере

τ – время жизни зарядов

Частота входного сигнала оказывает действие на $h_{21\text{э}}$ и определяется конечным временем жизни носителей.

Может быть оценено формулой.

$$h_{21\text{э}}(j\omega) = h_{21\text{э}}(0) \cdot (e^{-j\omega \cdot \tau} / (1 + j\omega \cdot \tau))$$

$$\tau_s = \tau / h_{21\text{э}}(0)$$

Выводы – чем больше частота, тем больше уменьшится $h_{21\text{э}}$.

Частоту при которой этот коеф. уменьшается в $\sqrt{2}$ раз называется предельной частотой усиления. Для схемы с ОБ.

Для схемы с ОЭ часто используют граничную частоту, значение, когда $h_{21\text{э}} = 1$.

2. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

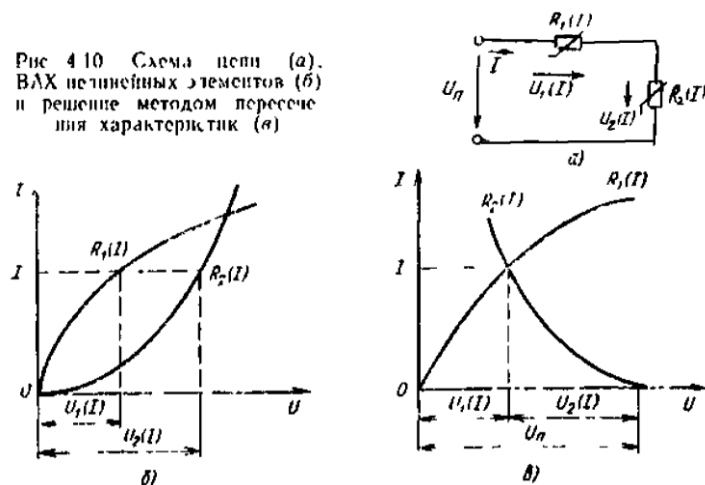
Метод пересечения характеристик (метод опрокинутой характеристики) используется для анализа цепей, которые методами эквивалентных преобразований могут быть сведены к последовательному включению двух элементов. В основу метода положено предположение о том, что суммарное напряжение на последовательно включенных элементах определяется внешним источником и не зависит от тока, протекающего в цепи. В соответствии со сказанным

для цепи из двух элементов (рис. 4.10, а) справедливы выражения:

$$\left. \begin{aligned} I &= I_{R1} = I_{R2} \\ U_1(I) + U_2(I) &= U_n \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

При известных ВАХ элементов (рис. 4.10, б) ток, удовлетворяющий системе (4.5), может быть легко найден графически. Для этого исходную характеристику одного из элементов зеркально отражают относительно оси токов (опрокидывают) и ее начало сдвигают по оси напряжений на величину, пропорциональную

Рис 4.10 Схема цепи (а). ВАХ нелинейных элементов (б) и решение методом пересечения характеристик (в)

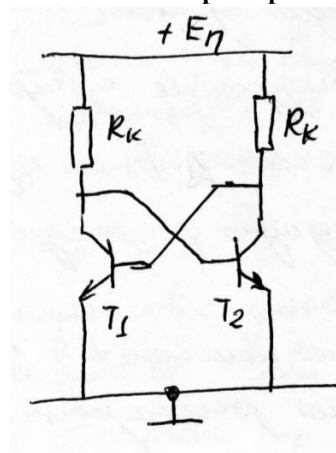


входному напряжению цепи (отсюда и второе название метода — метод опрокинутой характеристики). Точка пересечения исходной характеристики одного и преобразованной характеристики второго элементов даст искомые ток I' и падения напряжений $U_1(I)$ и $U_2(I)$ (рис. 4.10, в).

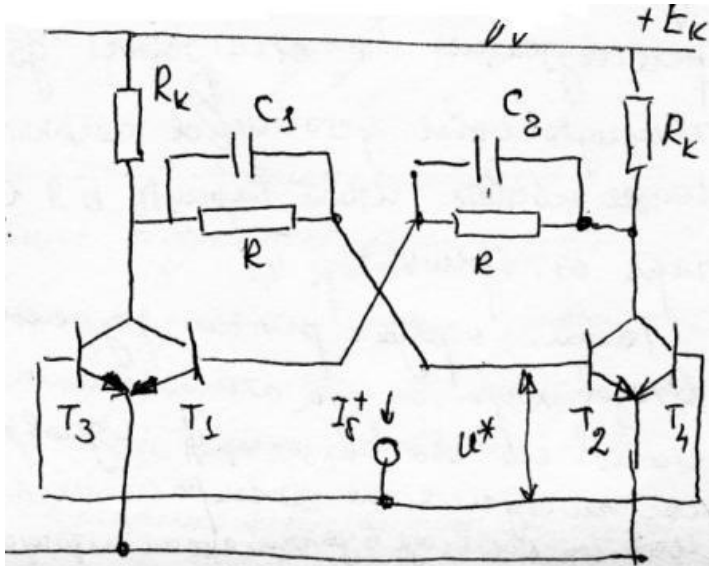
Используя описанный метод, легко исследовать процессы в цепях как при изменении параметров элементов $R_1(I)$ и $R_2(I)$, так и при изменении внешнего напряжения U_n .

3. Транзисторные Т-триггеры

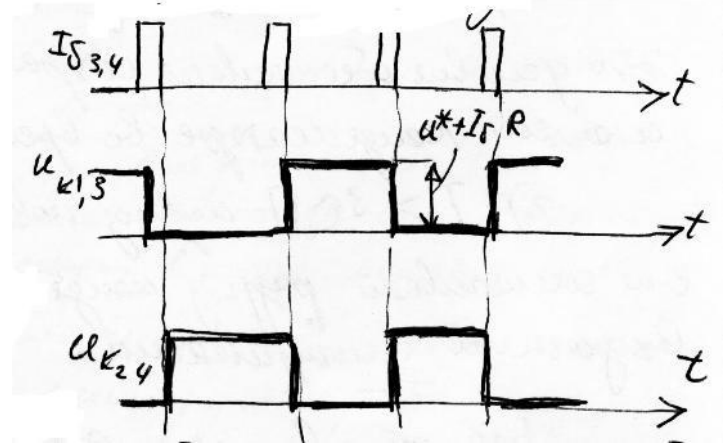
Электронные схемы, имеющие 2 равноценных варианта устойчивых состояний, называются **бистабильными ячейками или триггерами**.



Бистабильные ячейки, предназначенные для работы в режиме общего входа, называют **Т-триггерами**.



$$I_{62}^+ = (E_k - U_{c1} - U^*) / R_k = (E_k - U^*) / (R_k + R)$$



Очевидно ток I_{61}^+ больше тока I_{62}^+

Соответственно скорость нарастания коллекторного тока в Т1 больше, чем в Т2. Быстро нарастающий ток в Т1 отходящий в базу Т2 подавляет начальное значение I_{62}^+ . В результате Т2 заперт, а Т1 через некоторое время входит в режим насыщения.

Тем самым триггер изменил свое первоначальное состояние. В промежутке между входными сигналами С1 успеет разрядиться, а С2 – зарядиться (до того же напряжения которое в исходном состоянии было на С1). Поэтому при поступлении очередного входного сигнала процессы будут развиваться аналогично и БЯ вернется в исходное состояние.

Таким образом конденсаторы сохраняют те напряжения, которые свойственны предыдущему состоянию триггера. Обеспечивают однозначную искусственную асимметрию отпирающих токов в момент окончания входного сигнала и тем самым переход БЯ в начальное состояние.

Для работы Т-триггера достаточно выделить **два условия:**

$$1) \quad t_{вх} \leq \tau_c$$

тут τ_c – постоянная времени емкости. Это условие обеспечивает сохранения напряжения на запоминающем конденсаторе во время действия входного импульса

$$2) T > 3 \cdot \tau_c$$

(T – период повторения импульсов) Это условие обеспечивает разряд конденсатора в промежутке между входными импульсами.

Все это в целом ограничивает быстродействие системы

Для этого режима характерна подача управляющих сигналов одновременно на оба соединенных между собой входа БЯ, причем каждый очередной сигнал вызывает переход БЯ в состояние, противоположное предыдущему. Для того чтобы устойчивые состояния БЯ менялись регулярно после каждого входного импульса схема должна иметь внутреннюю память. Функция этой памяти состоит в том, чтобы хранить информацию о предыдущем состоянии триггера в течение всего времени действия очередного управляющего сигнала, а после его окончания обеспечить принудительный переход схемы в состояние, противоположное предыдущему.

Для реализации внутренней памяти используют запоминающие емкости.

Пусть в исходном состоянии Т1 заперт, а Т2 открыт и насыщен. Тогда

$$I_{61} = 0$$

$$I_{62} = (E_k - U^*) / (R + R_k)$$

Соответственно напряжение на конденсаторах С1 и С2 будет

$$U_{c1} = I_{62} \cdot R = (E_k - U^*) \cdot R / (R + R_k)$$

$$U_{c2} = I_{61} \cdot 1 = 0$$

Коллекторный потенциал Т1 будет

$$U_{k1} = U^* + I_{62} \cdot R$$

При поступлении управляющего сигнала ключи Т3 и Т4 отпираются до насыщения. Тогда потенциал U_{k1} падает практически до нуля, а потенциал U_{62} оказывается отрицательным

$$U_{62} = U_{k1} - U_{c1} = U_{c1}$$

Опа транзистора Т1 и Т2 остаются запертыми до окончания входного сигнала.

В о время действия сигнала С1 разряжается через резистор R

С постоянной времени $\tau_c = C1 \cdot R$. Если длительность

сигнала достаточно мала ($t_{вх} \leq \tau_c$), то разряд незначителен и напряжение U_{c1} сохраняет свое исходное значение.

По окончании сигнала в базы транзисторов поступают отпирающие токи, которые имеют существенно разные значения

$$I_{61}^+ = (E_k - U_{c2} - U^*) / R_k = (E_k - U^*) / R_k$$