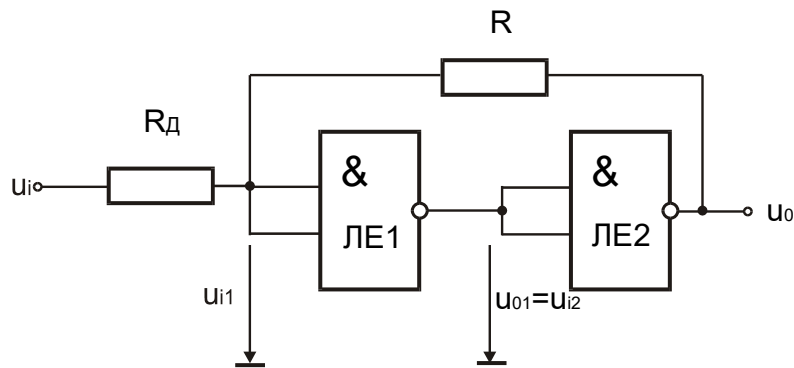


Импулсни схеми с ТТЛ интегрални схеми

Тригери на Шмит с ТТЛ елементи



1. Тригери на Шмит с два ТТЛ елемента



Входното напрежение u_i нараства и достигайки $u_{i1} = U_0 = 1,3 \text{ V}$ ЛЕ₁ и ЛЕ₂ се превключват и входното напрежение на ЛЕ₁ нараства със скок. За да се изключи тригерът, входното напрежение на ЛЕ₁ трябва да се намали под U_0 .

Частта от изходното напрежение, което влияе върху входа

$$\frac{\Delta u_o}{R + R_d} \cdot R_d > \Delta u_i \rightarrow \text{за да превключи схемата}$$

влиянието на изменението на изходния сигнал върху входа.

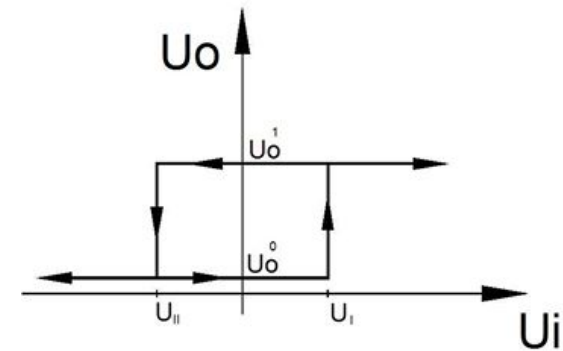
Δu_i - широчина на предавателната характеристика на двата ЛЕ

$$\Delta u_i \approx 60 \text{ mV}$$

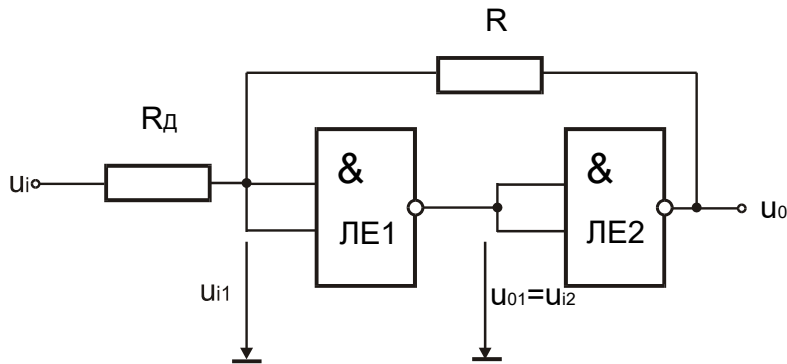
$$\frac{\Delta u_o}{R + R_d} \cdot R_d \approx \frac{2,4 \text{ V}}{R + R_d} \cdot R_d > 0,06 \Rightarrow 2,4 \cdot R_d > 0,06 \cdot (R + R_d)$$

$$R_d > \frac{0,06 \cdot R}{2,4} = \frac{R}{40}$$

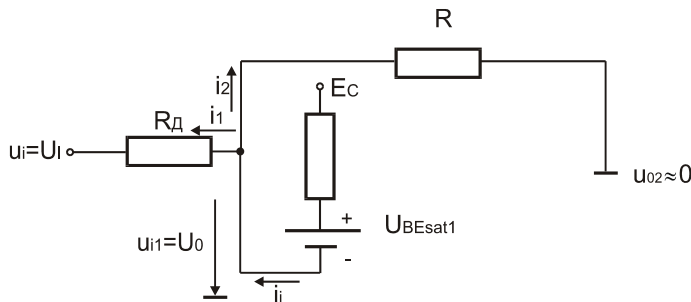
$$R_d > \frac{R}{40} \text{ - ориентиrowъчно изискване.}$$



1. Тригери на Шмит с два ТТЛ елемента



1.1. Определяне на U_I .



Преди първия праг на входа на ЛЕ₁ има ниско ниво. Т1 в ЛЕ₁ е наситен.

$$\begin{aligned} \text{При } u_i &= U_I, \\ u_{i1} &= U_0 \text{ и } u_{o2} \approx 0 \\ i_i &= i_1 + i_2 \end{aligned}$$

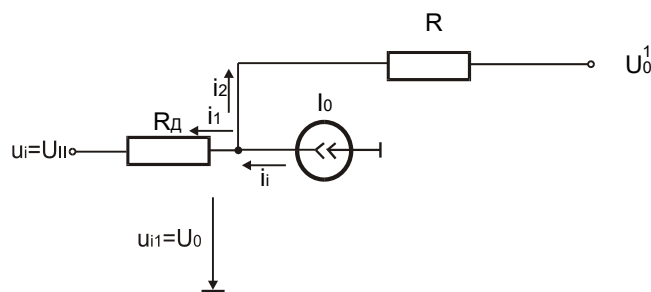
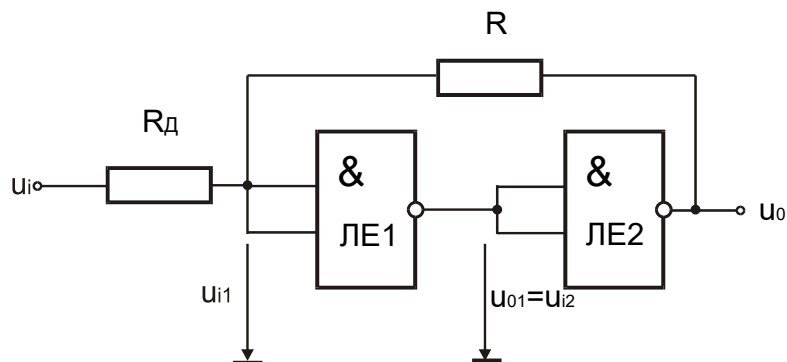
$$U_I = U_0 - \left(\frac{E_C - U_{\text{BESAT1}} - U_0}{R_1} - \frac{U_0}{R} \right) \cdot R_d$$

Когато $u_i = U_I$, схемата се превключва и на изхода се получава 1. От положителната обратна връзка напрежението на входа се увеличава.

Последният израз определя прага на задействане на схемата. При $U_0 \approx 1,3 \text{ V}$; $R_1 = 4 \text{ k}$; $E_C = 5 \text{ V}$; $U_{\text{BE1}} = 0,7 \text{ V}$ той еднозначно се определя от външните резистори в схемата.

$$(5) \quad U_I = 1,3 - \left(0,75 - \frac{1,3}{R} \right) R_d \quad (R \text{ и } R_d \text{ в } \text{k}\Omega)$$

1. Тригери на Шмит с два ТТЛ елемента



1.2. Определяне на U_{II} .

След превключване на схемата напрежението u_{i1} приема стойност $u_{i1} > U_0 = 1,3 \text{ V}$ поради превключването на изхода на ЛЕ2 в логическа 1. При понижаване на входното напрежение u_i , при $u_{i1} = U_0$ се извършва обратен лавинообразен процес и схемата се връща в изходното си състояние

$$\begin{aligned} \text{При } u_i = U_{II}, u_{i1} = U_0 \text{ и } u_{o2} \approx U_o^1 \\ U_{II} = U_0 - i_1 \cdot R_d = U_0 - (i_i - i_2) \cdot R_d = U_0 - (I_0 - i_2) \cdot R_d = \\ = U_0 - (I_0 - \frac{U_0 - U_o^1}{R}) \cdot R_d \\ U_{II} = U_0 - (I_0 + \frac{U_o^1 - U_0}{R}) \cdot R_d \end{aligned}$$

При $U_0 \approx 1,3 \text{ V}$; $I_{i0} \approx 0,6 \text{ mA}$; $U^1 \approx 3,6 \text{ V}$

$$(7) \quad U_{II} = 1,3 - (\frac{2,3}{R} + 0,6) R_d \quad (R \text{ и } R_d \text{ в } \text{k}\Omega)$$

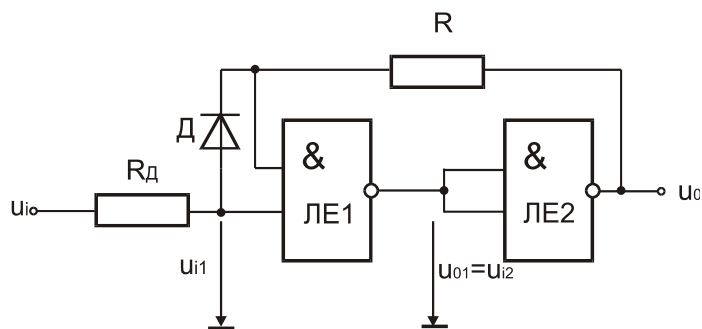
доц. д-р Нина Бенчева

Катедра Телекомуникации

Очевидно е, че схемата притежава хистерезис. Неговата ширина е:

$$(8) \quad U_x = U_I - U_{II} \approx \left(\frac{3,6}{R} - 0,15 \right) R_{д} \quad (R \text{ и } R_{д} \text{ в } \kappa\Omega)$$

Недостатъци на схемата са ниското входно съпротивление и бързото нарастване на хистерезиса при увеличаване на R_d .



Диодът D се използва за регулиране на втория праг. За И-НЕ логически елементи е достатъчна 0 на един от входовете, за да се получи 1 на изхода на ЛЕ₁ и 0 на изхода на тригера.

Тъй като потенциалът на горния вход е винаги по-нисък от този на долния вход, U_1 се запазва почти същият.

$$U_I = U_0 - \left(\frac{E_C - U_{\text{BESAT1}} - U_0}{R_1} - \frac{U_0}{R} \right) \cdot R_d + U_F.$$

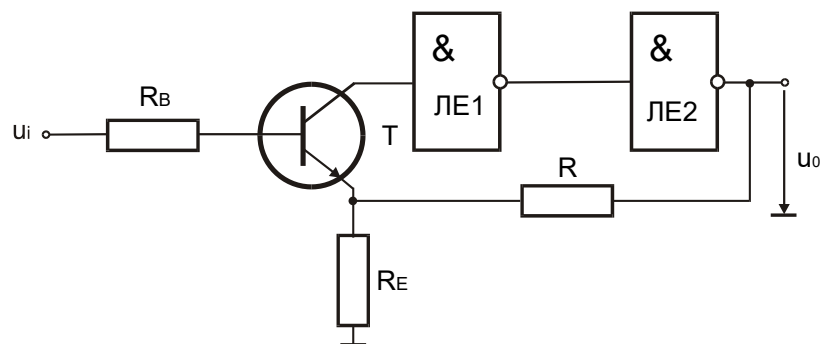
Достигането на U_0 и от горния вход води до включване на тригера. U_{II} зависи само от входния ток. (Диодът е обратно включен, равностойно на прекъсната верига).

$$U_{II} = U_0 - I_0 \cdot R_d.$$



2. Тригери на Шмит с два ТТЛ елемента

2.2. Тригер на Шмит с емитерен повторител на входа



След като схемата превключи, при $R_B \approx R_E$, е възможно с нарастването на u_i на колектора на наситения транзистор да се получи напрежение на входа на ЛЕ1 по-голямо от U_0 и тригерът да изключи. Затова трябва да се избира $R_B \gg R_E$.

$$U_{II} = U_{B0} + \frac{E_C - U_{BESAT1} - U_{CESAT}}{R_1 + R_E \parallel R} \cdot (R_E \parallel R).$$

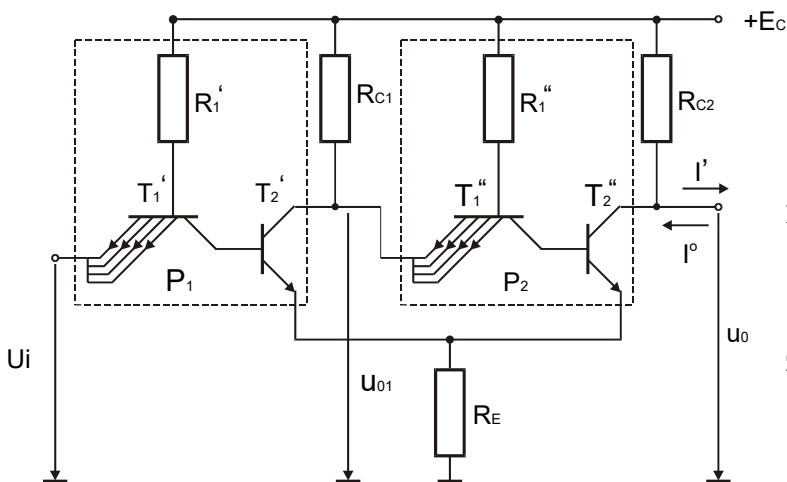
Предимство: Схемата има голямо входно съпротивление.

В изходно положение на изхода има U_o^1 , тъй като транзисторът Т е запущен (ниско входно ниво).

Част от изходното напрежение U_o^1 се подава на R_E . Входното напрежение нараства \Rightarrow Т ще се отпусне при $u_i > U_{B0} + U_{RE}$, Т – отпусен $\Rightarrow 0$ на входа на ЛЕ1 и 0 на изхода на схемата.

$$U_I = U_{B0} + \frac{U_o^1}{R + R_E} R_E$$

3. Тригер на Шмит с разширители



P1 и P2 – разширители

През R_E се осъществява положителна обратна връзка

$R_{C1} > R_{C2}$ - избират се.

$$\begin{cases} R_{C1} = 3,9 \text{ k}\Omega; R_{C2} = 1,5 \text{ k}\Omega; \\ R_E = (30 \div 50) \Omega. \end{cases}$$

Основно предимство – позволява работа с тесен хистерезис.

Недостатък – високо ниво на изходната 0; твърде голям брой външни елементи.

T_2' – запушен, T_2'' – наситен \rightarrow ниско ниво на входа и на изхода.

T_2' се отпушва, U_{C1} намалява, в даден момент T_1'' се насища, T_2'' се запуща и на изхода се получава 1.

$$U_I = U_{RE} + U_{B0} - U_{CESAT1}.$$

Вторият праг се определя по същата формула, но U_{RE} се определя от другото състояние на тригера.

Всички тригери на Шмит в интегрално изпълнение са с инверсен изход (изпълняват се като елементи И-НЕ).

7413 – два четириходови тригера на Шмит;

7414 - шест едноходови тригера на Шмит;

74132 - четири двухходови тригера на Шмит.

За тези тригери $U_I \approx 1,7 \text{ V}$

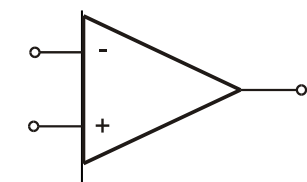
$$U_{II} \approx 0,9 \text{ V}$$

Има възможност чрез включване на резистор във входа да понижим праговете, а чрез включване на делител – да повишим праговете.

3. Тригер на Шмит с ОУ

Общи сведения

Операционният усилвател (ОУ) е схема (устройство) с два входа, захранваща се с две разнополярни напрежения: $+E_{CC}$, $-E_{EE}$.



сигнала.

$$R_i \rightarrow \infty$$

$$R_o \rightarrow 0$$

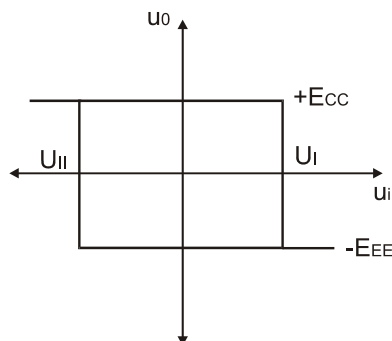
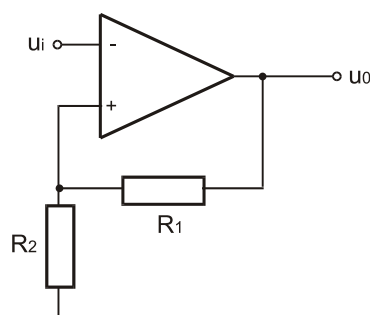
$$K_0 \rightarrow \infty \text{ (без обратна връзка)}$$

Усилва разликата между двата входни

Недостатъци:

- Ниско бързодействие;
- Необходимост от два захранващи източника;
- Несъвместимост на изходните нива с тези на ТТЛ схемите.

3. Тригер на Шмит с ОУ



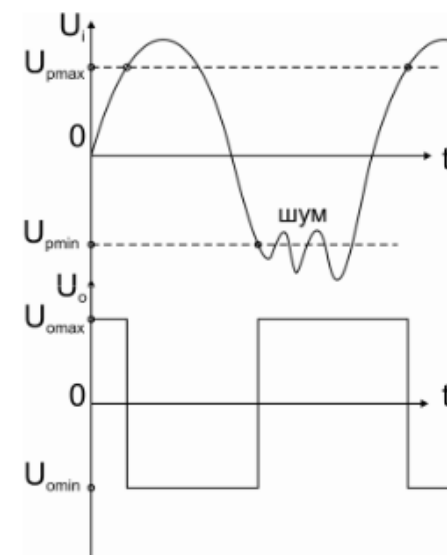
Работи като компаратор. На изхода има или $+E_{CC}$ или $-E_{EE}$.

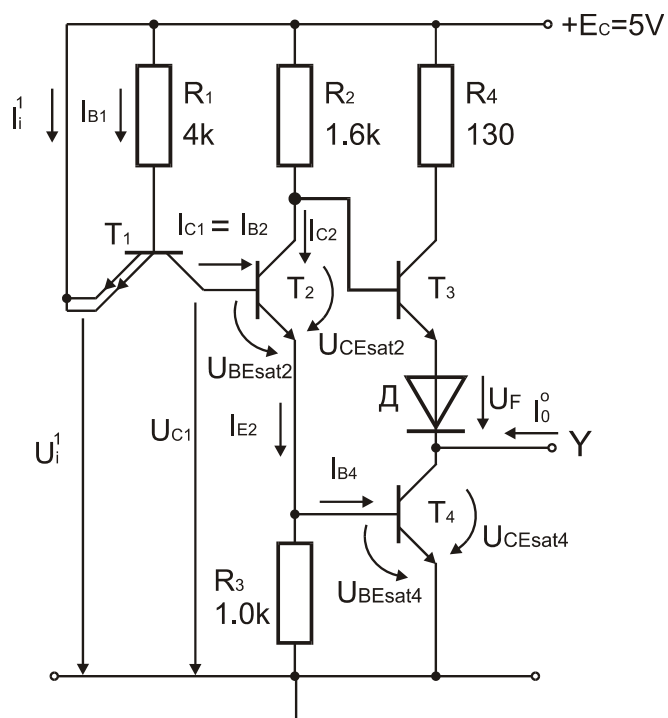
Нека $u_o = +E_{CC}$.

$$u_i = 0, U'_+ = \frac{E_{CC}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = U_I$$

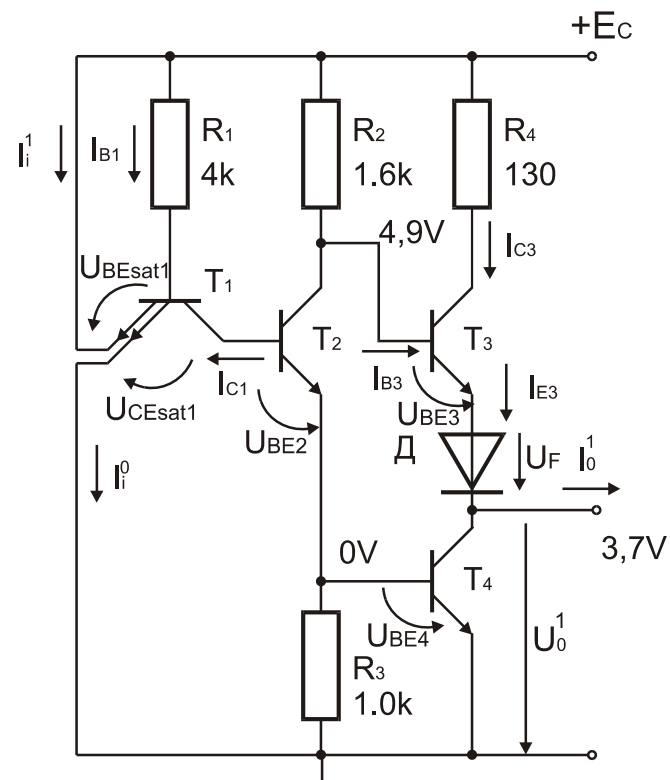
При нарастване на входното напрежение u_i потенциалната разлика между входовете на ОУ става положителна и на изхода се формира $u_o = -E_{EE}$. Тази потенциална разлика на входа след скока на изхода нараства още повече и затова при $u_i = 0$ ОУ няма да се превключи.

$$U''_+ = -\frac{E_{EE}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = U_{II}$$

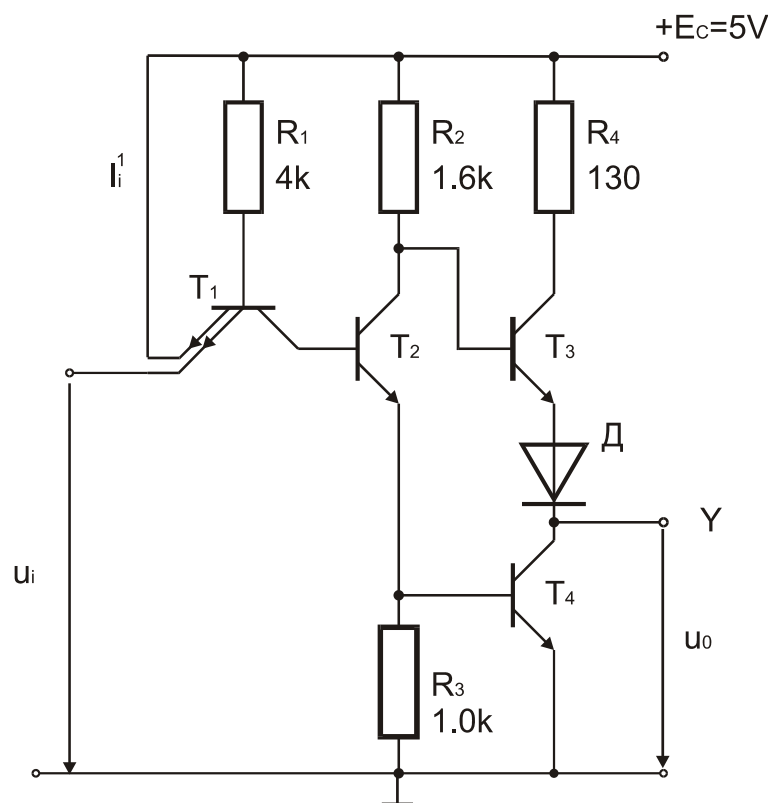




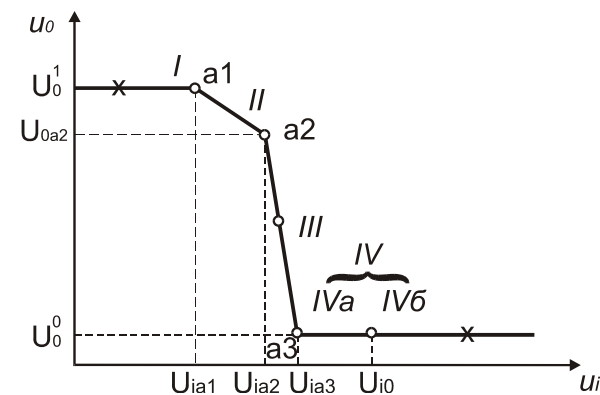
T_1 – инверсен активен режим
 T_2, T_4 – наситено състояние
 T_3 – запушен
 D – запушен



T_1 – наситен режим
 T_3 – активен режим
 T_2, T_4 – запушени
 D – отпушен



$$\begin{aligned}
 U_o^1 &= 3,7 \text{ V} \\
 U_{oa2} &= 2,7 \text{ V} \\
 U_o^0 &= 0,2 \text{ V} \\
 U_{ia1} &= 0,55 \text{ V} \\
 U_{ia2} &= 1,2 \text{ V} \\
 U_{ia3} &= U_0 = 1,3 \text{ V} \\
 U_{i0} &= 1,4 \div 1,5 \text{ V}
 \end{aligned}$$



4. Статични нива

