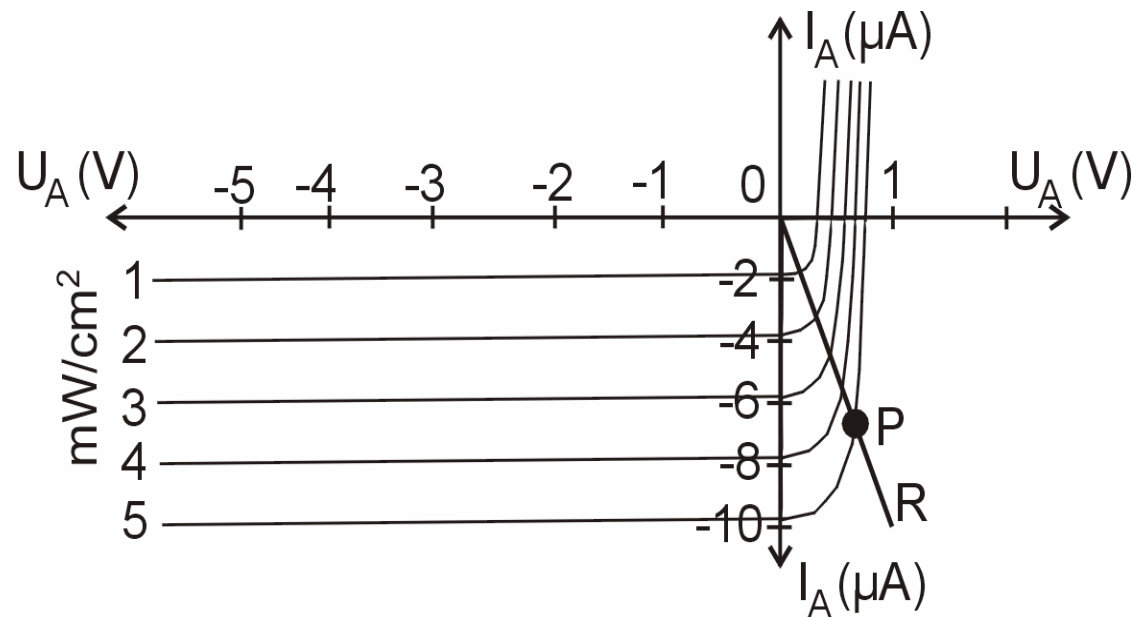


**Nalezněte pracovní bod fotodiody pracující ve fotovoltaickém režimu.
Zadáno $R = 100 \text{ k}\Omega$, $\phi = 5 \text{ mW/cm}^2$.**

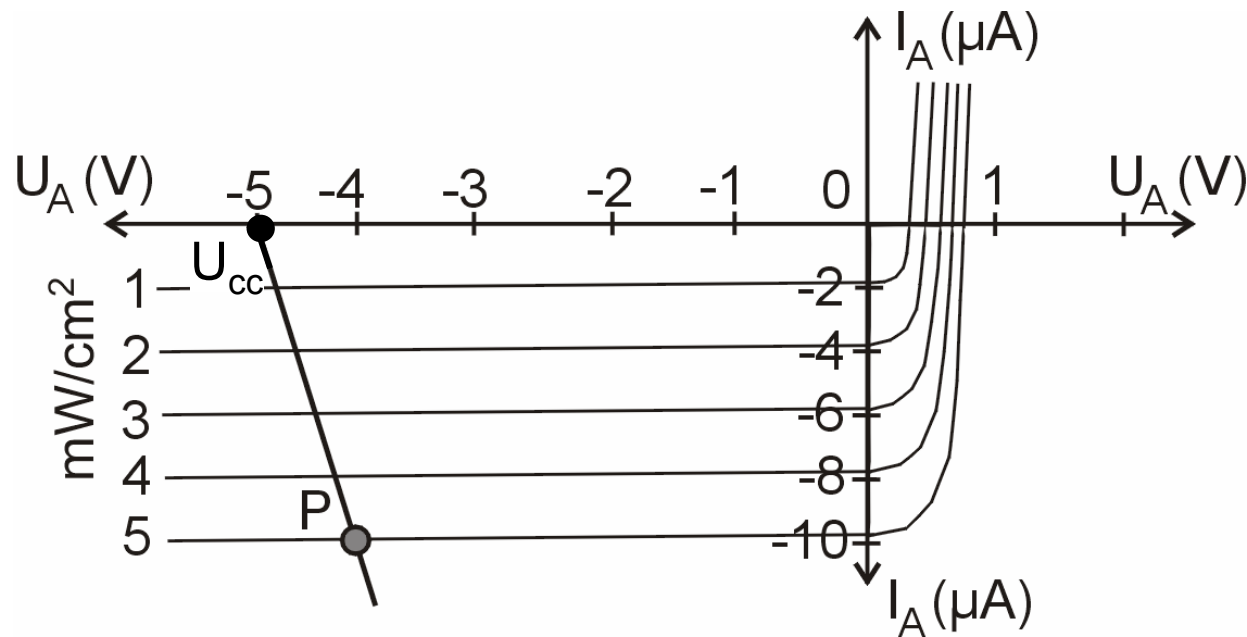


Fotovoltaický režim: fotodioda pracuje jako zdroj (s paralelně zapojeným odporem-zátěží). Obvod je popsán rovnicí $U_A + R \cdot I_A = 0$.

Řešení: P_0 leží na průsečíku charakteristiky fotodiody o vrstevnici $\phi = 5 \text{ mW/cm}^2$ a grafu rovnice $U_A + R \cdot I_A = 0$ (označeno R). Průsečík leží ve 4.kvadrantu.

$$P_0 = [-6,5 \text{ }\mu\text{A}, 0,65 \text{ V}, 5 \text{ mW/cm}^2]$$

Nalezněte pracovní bod fotodiody pracující ve fotovodivostním režimu.
 Zadáno $U_{CC} = 5V$, $R = 100\text{ k}\Omega$, $\phi = 5\text{mW/cm}^2$.



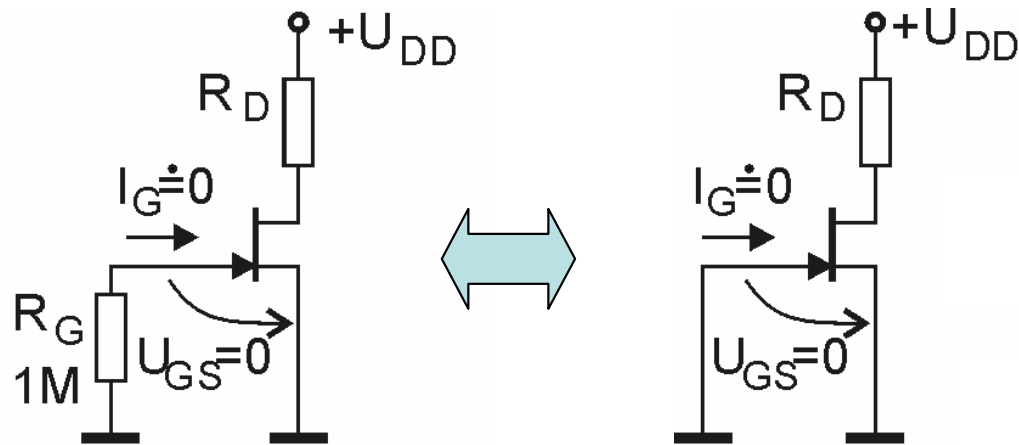
Fotovodivostní režim: fotodioda pracuje jako pasivní součástka (ve smyčce je v sérii zapojen odpor R a zdroj U_{CC}). Obvod je popsán rovnicí zatěžovací přímky

$$U_{CC} = U_A + R \cdot I_A$$

Zatěžovací přímka prochází bodem napětí naprázdno [$U_0 = U_{CC}$, $I_A = 0$] a proud nakrátko [$I_k = -50\mu\text{A}$, $U_A = 0$], který leží mimo graf. Nahradíme jej bodem [$-10\mu\text{A}$, -4V], který dostaneme pro $\Delta I = 10\mu\text{A}$, $\Delta U = R \cdot \Delta I = 10^5 \cdot 10^{-5} = 1\text{ V}$.
 $P_0 = [-10\ \mu\text{A}, -4\ \text{V}, 5\text{mW/cm}^2]$.

Nastavení pracovního bodu tranzistoru JFET

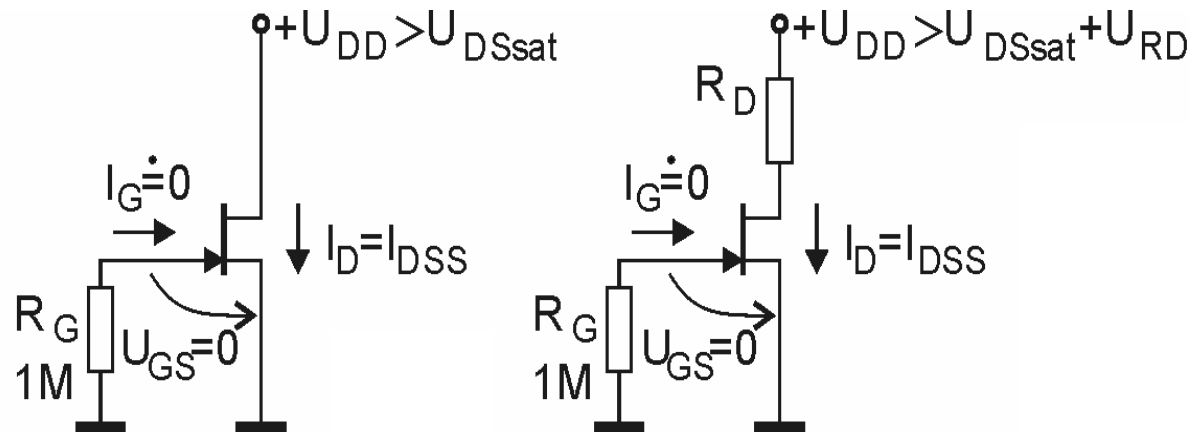
Nastavení pracovního bodu pro $U_{GS}=0$ tranzistor BF245B $I_{GSS}=5\text{nA}$, $I_{DSS}=10\text{mA}$



Pro zapojení vlevo $U_{GS} \rightarrow 0$ neboť $I_{GSS} = 5\text{nA}$ vyvolá zanedbatelný úbytek na odporu R_G . Zapojení odporu R_G umožňuje přivedení signálu do hradla tranzistoru.

Tranzistoru JFET jako zdroj proudu

tranzistor BF245B $I_{GSS} = 5\text{nA}$, $I_{DSS} = 10\text{mA}$

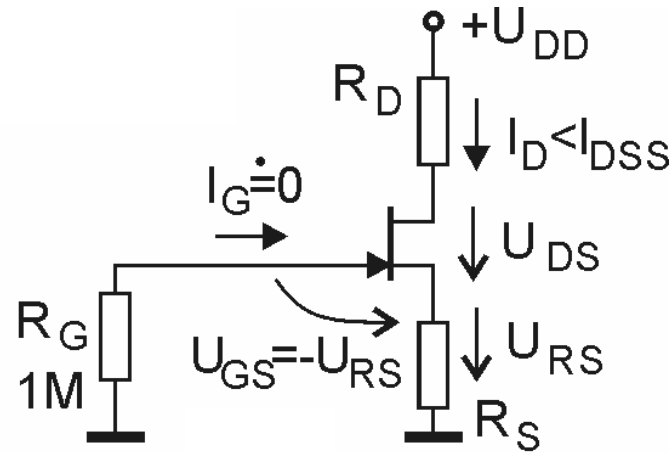


V daném zapojení $U_{GS} \rightarrow 0$.

Zapojení vlevo. Pokud $U_{DD} > U_{DSsat}$, tak je tranzistor v saturaci a chová se jako zdroj proudu, jehož hodnota je rovna $I_{DSS} = 10\text{mA}$ ($I_{DSS} = I_D @ U_{GS} = 0\text{V}$).

Zapojení vpravo. Pokud platí $U_{DD} > U_{DSsat} + U_{RD}$, tak tranzistor zůstává v saturaci a chová se jako zdroj proudu, jehož hodnota je rovna $I_{DSS} = 10\text{mA}$ ($I_{DSS} = I_D @ U_{GS} = 0\text{V}$).

Nastavení pracovního bodu tranzistoru JFET



Nastavení pracovního bodu zesilovače ve třídě A. Proud I_D vyvolává na odporu R_S úbytek $U_{RS} = I_D \cdot R_S$. Vzhledem k tomu, že $U_G = 0$, je napětí $U_{GS} = -I_D R_S$. Vzniká záporné napětí U_{GS} , kterým se přiškrtí kanál tranzistoru.

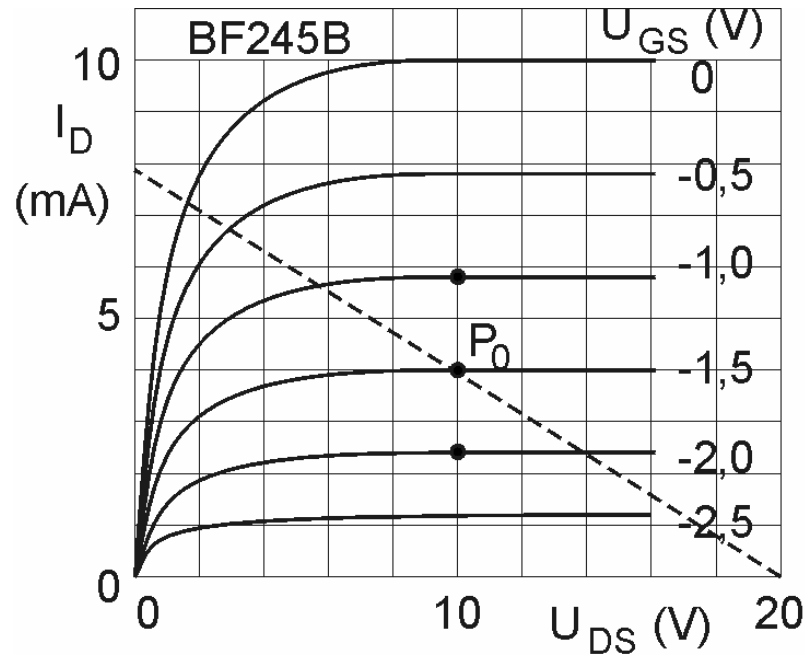
Například požadujeme při $U_{DD} = 20\text{V}$, $U_{DS} = U_{DD}/2 = 10\text{V}$ a $I_D = 4\text{mA}$, což dle charakteristik vyžaduje $U_{GS} = -1,5\text{V}$.

Návrh $R_S = U_{RS}/I_D = -U_{GS}/I_D = 1,5/4 \cdot 10^{-3} = 375\Omega$.

Návrh $R_D = (U_{DD} - U_{DS} - U_{RS})/I_D = (20 - 10 - 1,5)/4 \cdot 10^{-3} \approx 2,2\text{k}\Omega$

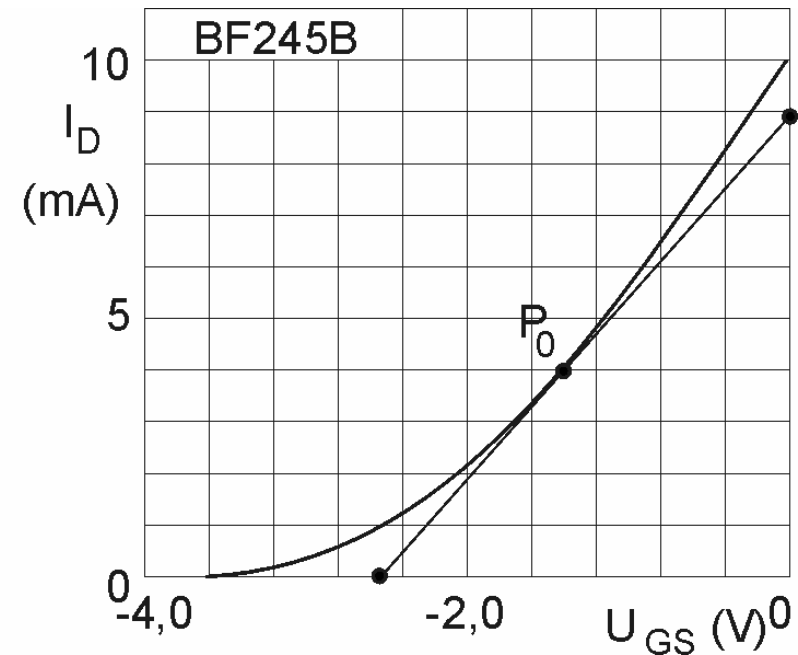
Tranzistor JFET odečet hodnoty strmosti ($y_{21S}=g_m$) v pracovním bodě

z výstupní charakteristiky



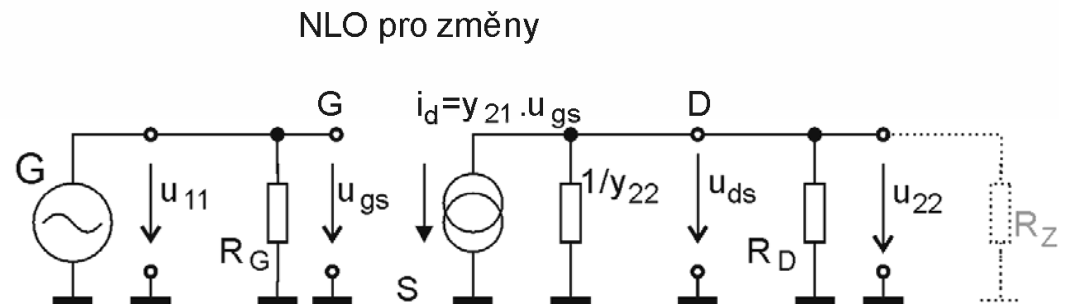
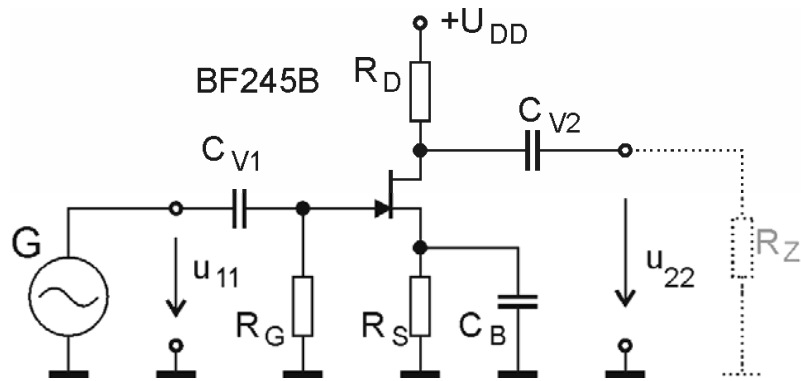
$$y_{21S} = \left. \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} \right|_{\Delta U_{DS}=0} = \frac{(5,9 - 2,4) \cdot 10^{-3}}{-1 - (-2)} = 3,5 \text{ (mA/V)}$$

z převodní charakteristiky



$$y_{21S} = \left. \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} \right|_{\Delta U_{DS}=0} = \frac{(9 - 0) \cdot 10^{-3}}{0 - (-2,6)} = 3,5 \text{ (mA/V)}$$

Zesilovač třídy A s tranzistorem JFET. Zadáno $U_{DD}=20V$, $R_D=2,2k\Omega$, $R_S=375\Omega$, $R_G=1M\Omega$, $u_{11ef}=10mV$, $f=20Hz..20kHz$, $R_Z=100k\Omega$. Určete hodnoty C_{V1} , C_{V2} , C_B tak, aby zesílení zesilovače v daném frekvenčním pásmu nezáviselo na kmitočtu. Určete hodnoty u_{22ef} , R_{vst} a $R_{výst}$.



$$u_{22ef} = |A_U| \cdot u_{11ef} = y_{21S} \cdot \left(R_D \parallel \frac{1}{y_{22S}} \right) \cdot u_{11ef} = 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2200 \parallel \frac{1}{40 \cdot 10^{-6}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 71 \text{ (mV)}.$$

$$R_{vst} = \frac{\Delta u_{11}}{\Delta i_1} = R_G = 1 \text{ (M}\Omega) \quad R_{výst} = \frac{\Delta u_{22}}{\Delta i_2} = R_D \parallel \frac{1}{y_{22}} = 2200 \parallel \frac{1}{40 \cdot 10^{-6}} = 2022 \text{ (}\Omega).$$

$$X_{C_{V1}} = \frac{1}{\omega \cdot C_{V1}} \ll R_{vst} \Rightarrow C_{V1} \gg \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{vst}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 1 \cdot 10^6} = 8 \text{ (nF)} \Rightarrow C_{V1} = 100 \text{ (nF)}$$

$$X_{C_{V2}} = \frac{1}{\omega \cdot C_{V2}} \ll R_Z \Rightarrow C_{V2} \gg \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_Z} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 100 \cdot 10^3} = 80 \text{ (nF)} \Rightarrow C_{V2} = 1 \text{ (}\mu\text{F)}$$

$$X_{C_B} = \frac{1}{\omega \cdot C_B} \ll R_S \Rightarrow C_B \gg \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_S} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 375} = 21 \text{ (}\mu\text{F)} \Rightarrow C_B = 100 \text{ (}\mu\text{F)}$$

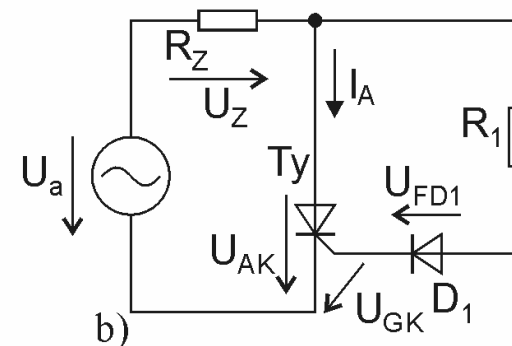
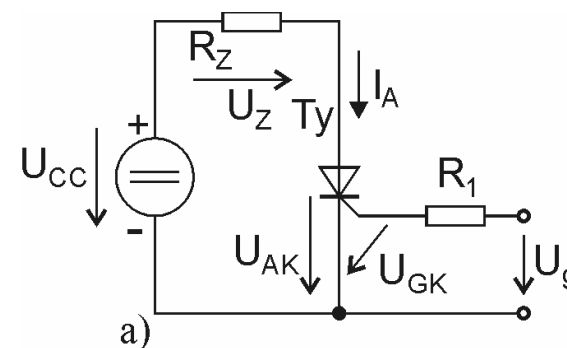
Stanovení mezních parametrů tyristoru

a) $U_{CC}=400V$, $R_Z=100\Omega$. Jedná se o stejnosměrný obvod, tyristor může pracovat pouze v blokovacím a propustném režimu, U_{RRM} tedy nehraje roli.

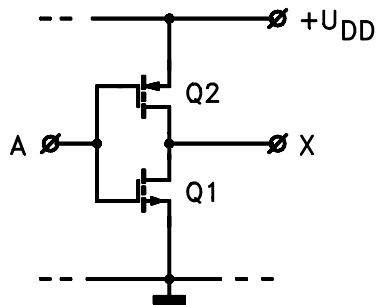
$$U_{DRM} > U_{CC} = 400 \text{ (V)},$$
$$I_{T(AV)} > (U_{CC} - U_T) / R_Z = (400 - 1,7) / 100 = 4 \text{ (A)}$$

b) $U_a=230V/50Hz$, $R_Z=100\Omega$. Tyristor může pracovat v propustném, závěrném a blokovacím režimu.

$$U_{DRM} \approx U_{RRM} > U_a \cdot \sqrt{2} = 230 \cdot 1,414 = 325 \text{ (V)},$$
$$I_{T(AV)} > \frac{1}{2} (U_a - U_T) / R_Z = \frac{1}{2} (230 - 1,7) / 100 = 1,15 \text{ (A)}$$



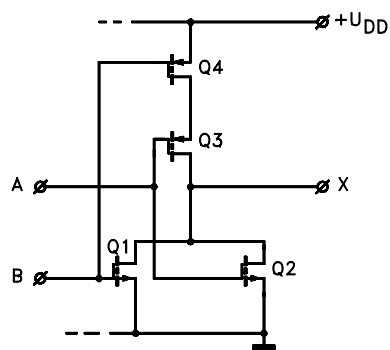
Nakreslete příklady vnitřního zapojení logických hradel v technologii CMOS, realizujících funkce NOT, dvouvstupový NAND a dvouvstupový NOR, a odvoďte jejich pravdivostní tabulky. Uvažujte soustavu pracující s pozitivní logikou a s kladným napájecím napětím.



Invertor NOT

A	X
0	1
1	0

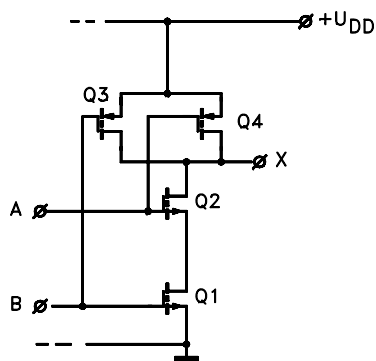
Je-li signál A v úrovni $\log 0$, vede tranzistor $Q2$, tranzistor $Q1$ nevede a výstup X je v úrovni $+U_{DD}$, čili $X = \log 1$. Je-li $A = \log 1$, je vodivý tranzistor $Q1$, $Q2$ nevede a výstup je $X = \log 0$.



NOR

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Je-li $A = \log 1$ nebo $B = \log 1$, je vodivý tranzistor $Q2$ nebo $Q1$ a současně je nevodivý buď tranzistor $Q3$ nebo $Q4$, takže v obou případech je výstup ve stavu $X = \log 0$. Pouze pokud jsou oba vstupy současně $A = B = \log 0$, jsou tranzistory $Q1$ i $Q2$ současně nevodivé a zároveň tranzistory $Q3$ i $Q4$ současně vodivé, takže výstup $X = \log 1$. Agresivní vstupní hodnotou je tedy $\log 1$, což odpovídá logickému součtu, a výstup je zároveň negován. Hradlo tedy pracuje jako negovaný součet neboli NOR.



NAND

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Je-li $A = \log 0$ nebo $B = \log 0$, je tranzistor $Q2$ nebo $Q1$ nevodivý a zároveň tranzistor $Q4$ nebo $Q3$ vodivý, takže výstup je ve stavu $X = \log 1$. Pouze pokud je současně $A = B = \log 1$, jsou $Q1$ i $Q2$ současně vodivé a $Q3$ i $Q4$ nevodivé, takže výstup $X = \log 0$. Agresivní vstupní hodnotou je tedy $\log 0$, což odpovídá logickému součinu, a výstup je zároveň negován. Hradlo tedy pracuje jako negovaný součin neboli NAND.