

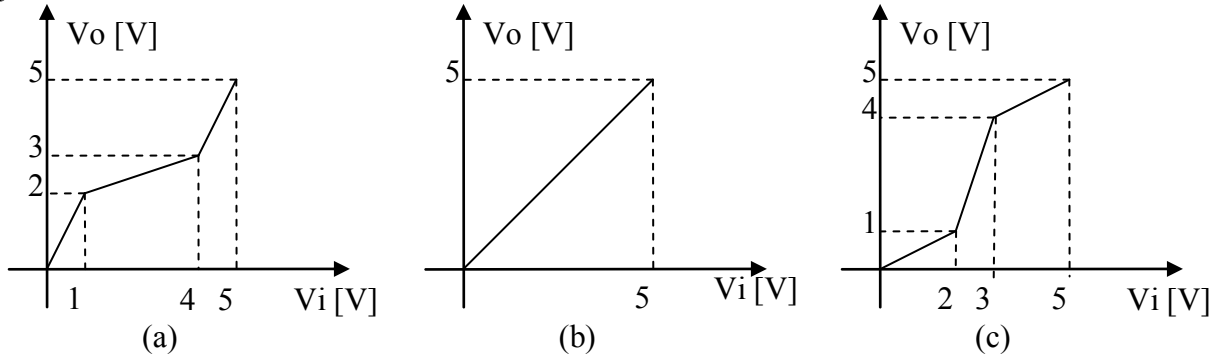
**Zadatak 6**

a) Na slici 6 su prikazane karakteristike prenosa sa tri različita baferska kola koja se napajaju sa  $V_{cc} = +5V$ . Ako se ova kola povežu redno u lance sa beskonačnim brojem kola i ako se na ulaz svakog lanca dovede napon  $V_i = 2.7V$  odrediti napone na izlazima svakog od tri lanca.

NAPOMENA: U svakom lancu su kola istog tipa (a) ili (b) ili (c).

b) Koje od njih se može upotrebiti kao logičko bafersko kolo? Objasni odgovore za svaki tip.

c) Ako se kolo može upotrebiti kao logičko kolo odrediti  $V_{oh}$ ,  $V_{ol}$ ,  $V_{ih}$ ,  $V_{il}$ , prag odlučivanja (prebacivanja), margine šuma ako se pretpostavlja da se šum javlja samo na jednom mestu, margine šuma ako on može da se pojavi u više tačaka u kolu.



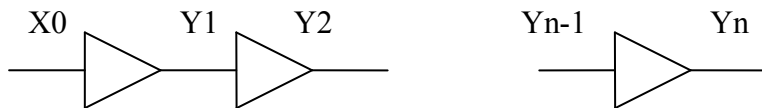
Slika 6.

U slučaju linearne aproksimacije karakteristika prenosa mogu da se izvedu uopšteni rezultati na sledeći način

1. bilo koji segment može da se prikaže u obliku

$$y = kx + C$$

2. u slučaju da se u lancu nalaze kola istog tipa



i da je svima radna tačka na istom delu linearne aproksimacije

$$y_n = k^n x_0 + \frac{k^n - 1}{k - 1} C$$

3. ako je  $k > 1$  tj pojačanje na karakteristici veće od 1

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = \infty$$

Znači napon na izlazu će biti limitiran kolom i naponom napajanja

4. ako je  $k < 1$  tj pojačanje na karakteristici manje od 1

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = \frac{1}{1 - k} C$$

Radna tačka „poslednjeg“ kola ( $x'$ ,  $y'$ ) je u tom slučaju

$y' = \frac{1}{1 - k} C$ ,  $x' = \frac{1}{1 - k} C$ , odnosno  $x' = y'$  i nalazi se u preseku tog linernog segmenta karakteristike prenosa i prave  $y = x$ .

5. ako je  $k=1$  i  $C=0$  onda je  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = x_0$

6. ako je  $k=1$  i  $C \neq 0$  onda je  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = \text{sgn}(C) \cdot \infty$

a) Na osnovu gornje analize za karakteristike prenosa

a)  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = 2.5V$

b)  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = 2.7V$

c)  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = 5V$

b) Na osnovu rezultata tačke a)

a) karakteristika nema regenerabilnost i ne može da se koristi

b) karakteristika nema regenerabilnost i ne može da se koristi

c) karakteristika ima regenerabilnost i može da se koristi

c) Znači samo za karakteristiku sa slike c) po definiciji

$$V_{OH} = 5V$$

$$V_{OL} = 0V$$

$$V_{IH} = 3V$$

$$V_{IL} = 2V$$

$$V_S = 2.5V$$

$$NM_{ss}(1) = V_{OH} - V_S = 2.5V$$

$$NM_{ss}(0) = V_S - V_{OL} = 2.5V$$

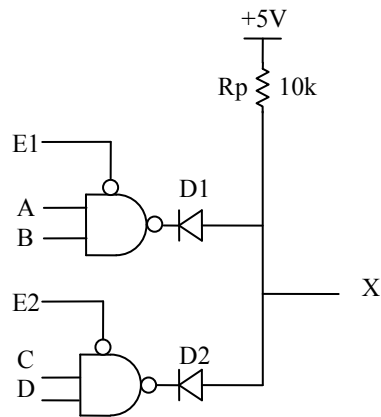
$$NM(1) = V_{OH} - V_{IH} = 2V$$

$$NM(0) = V_{IL} - V_{OL} = 2.5V$$

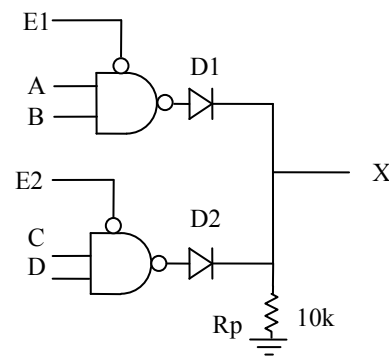
### Zadatak 7

Na slici 7 je prikazana logička šema dela digitalnog uređaja posle izvršenih »neohodnih« modifikacija. Originalna realizacija ne sadrži diode D1 i D2 (kratka veza), međutim zbog greške u projektovanju bilo ih je neophodno dodati. Upotrebljena logička kola su u standardnoj TTL tehnologiji.

- Odrediti logičke funkcije izlaza X uređaja sa slike 7a) pre modifikacije za  $E1=E2=1$  i  $E1 \neq E2$ . Šta se desilo uređaju kada je bilo  $E1=E2=0$ ?
- Odrediti logičku funkciju izlaza X sa slike 7a) posle modifikacije odnosno dodavanja dioda D1 i D2. Da li sada može da se desi »nezgodna« situacija iz tačke (a). Kakvi su novi logički nivoi na izlazu X u poređenju sa standardnim TTL kolom?
- Odrediti logičku funkciju izlaza X sa slike 7b). Kakvi su novi logički nivoi na izlazu X u poređenju sa standardnim TTL kolom?
- Odrediti logičku funkciju izlaza X sa slike 7a) ako se ukloni otpornik  $R_p$  i ostavi otvorena veza



Slika 7a.



Slika 7b.

a) U pitanju su trostatička NI logička kola kod kojih je signal dozvole sa aktivnom logičkom nulom. Znači kada je signal E na nivou logičke 1 izlazi su u stanju visoke impedanse Z, a kada je E na nivou logičke 0 izlaz je na logičkom nivou definisanom NI logičkom funkcijom ulaza A i B. U slučaju kada se na izlaz kola poveže *pull up* otpornik situacija će se promeniti tako što će u slučaju kada je signal E na nivou logičke 1 a sam izlaz logičkog kola u Z stanju izlaz X biti na nivou logičke 1 preko otpornika.

To dalje znači kada je

- |     |              |  |
|-----|--------------|--|
| S1) | $E1=E2=1$    | $X=1$  |
| S2) | $E1=0, E2=1$ | $X = \overline{AB}$ jer je donje logičko kolo u stanju visoke impedanse  |
| S3) | $E1=1, E2=0$ | $X = \overline{CD}$ jer je gornje logičko kolo u stanju visoke impedanse |
| S4) | $E1=E2=0$    | u zavisnosti od promenljivih A, B, C i D može se desiti da izlaz         |

jednog kola bude na nivou logičke 1 a drugog na nivou logičke 0 pa bi u tom slučaju došlo da »spaljivanja« izlaznih tranzistora.

Gornja zapažanja mogu da se napišu i u obliku

$$X = E1 \cdot E2 \cdot 1 + \overline{E1} \cdot E2 \cdot \overline{AB} + E1 \cdot \overline{E2} \cdot \overline{CD}$$

Pošto je kolo ili u stanju S1 ili u stanju S2 ili u stanju S3 a u stanju S4 ne sme da bude.

b) Dodavanje dioda će sprečiti situaciju S4) koja može da nastaje u tački a) kada je  $E1=E2=0$ . U ostalim slučajevima razmišljanja ostaju identična osim za S4. Sada su oba izlaza trostatičkih kola van stanja visoke impedanse a preko diode i otpornika prave logičku I funkciju pa je za stanje

$$S4) \quad E1=E2=0 \quad X = \overline{AB} \cdot \overline{CD}$$

A konačna funkcija može da se zapiše u obliku

$$X = E1 \cdot E2 \cdot 1 + \overline{E1} \cdot E2 \cdot \overline{AB} + E1 \cdot \overline{E2} \cdot \overline{CD} + \overline{E1} \cdot \overline{E2} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{CD}$$

U odnosu na standardno TTL kola napon  $V_{oh}$  se menja i sada je +5V, a napon  $V_{ol}$  je uvećan za pad napona na diodi.

c) Dodavanje dioda će takođe sprečiti situaciju S4) koja može da nastati u tački a) kada je  $E_1=E_2=0$ . Međutim menja se i situacija S1) kada su oba izlaza logičkih kola u stanju visoke impedanse. Tada je preko pull down otpornik izlaz X na masi tj logičkoj nuli.

$$S1) \quad E_1=E_2=1 \quad X=0$$

U slučajevima S2) i S3) razmišljanje je isto. U stanju S4) kada su oba izlaza trostatičkih kola van stanja visoke impedanse i preko diode i otpornika prave logičku ILI funkciju

$$S4) \quad E_1=E_2=0 \quad X = \overline{AB} + \overline{CD}$$

A konačna funkcija može da se zapiše u obliku

$$\begin{aligned} X &= E_1 \cdot E_2 \cdot 0 + \overline{E_1} \cdot E_2 \cdot \overline{AB} + E_1 \cdot \overline{E_2} \cdot \overline{CD} + \overline{E_1} \cdot \overline{E_2} \cdot (\overline{AB} + \overline{CD}) \\ &= \overline{E_1} \cdot E_2 \cdot \overline{AB} + E_1 \cdot \overline{E_2} \cdot \overline{CD} + \overline{E_1} \cdot \overline{E_2} \cdot (\overline{AB} + \overline{CD}) \end{aligned}$$

U odnosu na standardno TTL kola napon  $V_{ol}$  se menja i sada je 0V, a napon  $V_{oh}$  je umanjen za pad napona na diodi.

d) Ako se ukloni otpornik  $R_p$  u odnosu na tačku b) promeniće se situacija S1)

$$S1) \quad E_1=E_2=1 \quad X=Z \text{ u stanju visoke impedanse jer sada nema provodne putanje ni prema masi ni prema napajanju kada su izlazi trostatičkih kola u stanju visoke impedanse.}$$

A konačna funkcija može da se zapiše u obliku

$$X = \overline{E_1} \cdot E_2 \cdot \overline{AB} + E_1 \cdot \overline{E_2} \cdot \overline{CD} + \overline{E_1} \cdot \overline{E_2} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{CD}$$

Pod uslovom da nije situacija S1.