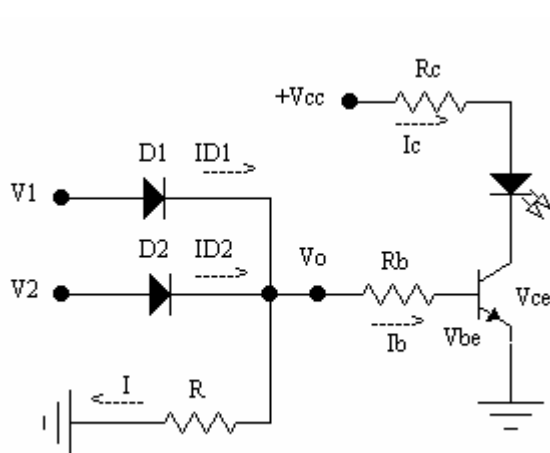
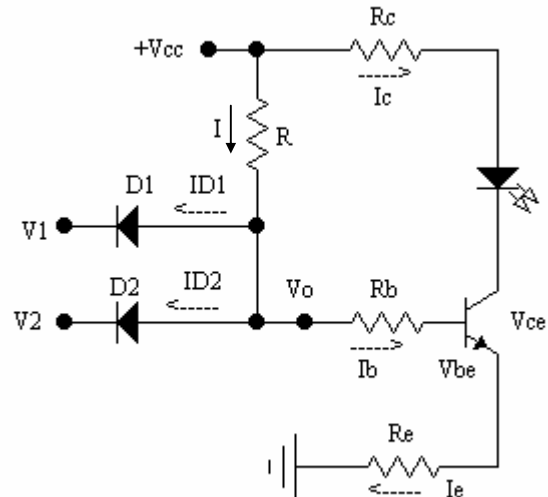


VERIFICA DEL FUNZIONAMENTO DI PORTE LOGICHE OR E AND REALIZZATE CON DIODI E VISUALIZZAZIONE DELLO STATO LOGICO DELL'USCITA MEDIANTE DIODO LED

Per entrambe le porte il LED acceso indicherà un livello logico alto ("1") e il LED spento un livello logico basso ("0").



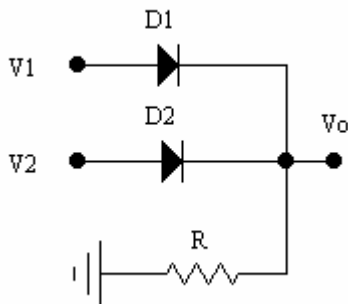
Porta OR



Porta AND

Definizione del funzionamento dei circuiti e definizione dei valori dei componenti

Porta OR



Porta OR						
V ₁	V ₂	V _o	V ₁	V ₂	V ₁	LED
0	0	0	0	0	0	Spento
0	V _{CC}	V _{CC} - V _γ	0	1	1	Acceso
V _{CC}	0	V _{CC} - V _γ	1	0	1	Acceso
V _{CC}	V _{CC}	V _{CC} - V _γ	1	1	1	Acceso

Gli stati logici d'ingresso vengono ottenuti nel seguente modo:

- $V_{iL} = 0 \rightarrow$ ingresso collegato a massa
- $V_{iH} = +V_{CC} \rightarrow$ ingresso collegato all'alimentazione positiva

$$1. \quad V_1 = V_2 = V_{iL} = V_{2L} = 0 \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{interdetto} \\ D_2 & \text{interdetto} \end{cases} \Rightarrow V_o = 0$$

$$2. \quad \begin{cases} V_1 = V_{iL} = 0 \\ V_2 = V_{2H} = V_{CC} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{interdetto} \\ D_2 & \text{conduzione} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_{CC} - V_\gamma$$

$$3. \begin{cases} V_1 = V_{IH} = V_{CC} \\ V_2 = V_{2L} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 \text{ conduzione} \\ D_2 \text{ interdetti} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_{CC} - V_\gamma$$

$$4. \begin{cases} V_1 = V_{IH} = V_{CC} \\ V_2 = V_{2L} = V_{CC} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 \text{ conduzione} \\ D_2 \text{ conduzione} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_{CC} - V_\gamma$$

Al fine di non caricare l'uscita, il diodo LED viene pilotato tramite un BJT in funzionamento ON-OFF.

Si fissa: $V_F = 2V$; $I_F = I_{CS} = 5mA$; $V_{CES} \cong 0$; $V_{CC} = 5V$; D : 1N4148 ; $I_{D1} = I_{D2} = 1mA$ quando i diodi conducono contemporaneamente ; $V_{BES} = 0,8V$; $V_\gamma \cong 0,7V$; BJT BC237B : $h_{FEMIN} = 200$.

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 2}{5 \cdot 10^{-3}} = 600\Omega \quad \text{valore commerciale } 680\Omega.$$

Con tale valore $I_{CS} = I_F = \frac{V_{CC} - V_F}{R_C} = \frac{5 - 2}{0,68 \cdot 10^{-3}} = 4,41mA$.

$$I_{BMIN} = \frac{I_{CS}}{h_{FEMIN}} = \frac{4,41 \cdot 10^{-3}}{200} = 22\mu A, \quad \text{si fissa } I_B = 50\mu A > I_{BMIN}.$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_\gamma - V_{BES}}{I_B} = \frac{5 - 0,7 - 0,8}{50 \cdot 10^{-6}} = 70k\Omega \quad \text{valore commerciale } 68k\Omega.$$

Con i diodi entrambi in conduzione $R = \frac{V_{CC} - V_\gamma}{2I_{D1}} = \frac{5 - 0,7}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 2,15k\Omega$ valore commerciale 2,2k Ω

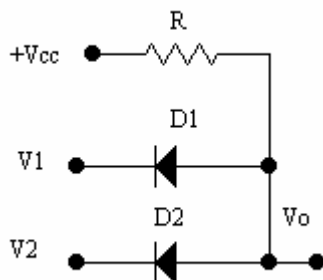
Riassumendo: $R_C = 680\Omega$; $R_B = 68k\Omega$; $R = 2,2k\Omega$; $D = 1N4148$; BJT = BC237B.

a. Diodi entrambi interdetti: tensioni e correnti nulle.

b. Un diodo in conduzione ed uno interdetti: $V_\gamma = 0,7V$; $V_D = -4,3mA$; $V_R = V_o = 4,3V$;
 $I = \frac{V_R}{R} = \frac{4,3}{2,2 \cdot 10^3} = 1,95mA$; $I_B = 50\mu A$; $V_{RB} = 3,5V$; $V_{BE} \cong 0,8V$.

c. Diodi entrambi in conduzione: $V_\gamma = 0,7V$; $V_D = -4,3mA$; $V_R = V_o = 4,3V$; $I = 1,95mA$;
 $I_B = 50\mu A$; $V_{RB} = 3,5V$; $V_{BE} \cong 0,8V$.

Porta AND



Porta OR						
V ₁	V ₂	V _o	V ₁	V ₂	V ₁	LED
0	0	0	0	0	0	Spento
0	V _{CC}	V _γ	0	1	0	Spento
V _{CC}	0	V _γ	1	0	0	Spento
V _{CC}	V _{CC}	V _{CC} - V _γ	1	1	1	Acceso

1. $V_1 = V_2 = V_{1L} = V_{2L} = 0 \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{conduzione} \\ D_2 & \text{conduzione} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_\gamma$
2. $\begin{cases} V_1 = V_{1L} = 0 \\ V_2 = V_{2H} = V_{CC} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{conduzione} \\ D_2 & \text{interdetto} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_\gamma$
3. $\begin{cases} V_1 = V_{1H} = V_{CC} \\ V_2 = V_{2L} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{interdetto} \\ D_2 & \text{conduzione} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_\gamma$
4. $\begin{cases} V_1 = V_{1H} = V_{CC} \\ V_2 = V_{2L} = V_{CC} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D_1 & \text{interdetto} \\ D_2 & \text{interdetto} \end{cases} \Rightarrow V_o = V_{CC} - V_\gamma$

Poiché il livello basso d'uscita è $V_\gamma \cong 0,7V$, il diodo LED potrebbe ugualmente accendersi, anche se debolmente; pertanto, si aggiunge sull'emettitore una resistenza R_E sulla quale, se dovesse circolare corrente di collettore a livello basso, si produrrà una caduta di tensione proporzionale a tale corrente rendendo sicuramente minima l'illuminazione del LED.

Lo stesso risultato può meglio essere ottenuto inserendo sull'emettitore, al posto di R_E , un diodo; a livello basso la differenza di potenziale sulla base risulterà insufficiente a mettere in conduzione contemporaneamente il diodo e la giunzione base-emettitore.

$$R_C + R_E = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 2}{5 \cdot 10^{-3}} = 600\Omega \quad \left\{ \begin{array}{l} R_C = 470\Omega \\ R_E = 220\Omega \end{array} \right.$$

Con tale valore
$$I_{CS} = I_F = \frac{V_{CC} - V_F}{R_C + R_E} = \frac{5 - 2}{0,47 \cdot 10^{-3} + 0,22 \cdot 10^{-3}} = 4,35\text{mA} .$$

$$I_{BMIN} = \frac{I_{CS}}{h_{FEMIN}} = \frac{4,35 \cdot 10^{-3}}{200} = 21,75\mu\text{A} , \quad \text{si fissa } I_B = 50\mu\text{A} > I_{BMIN} .$$

Con i diodi entrambi in conduzione
$$R = \frac{V_{CC} - V_\gamma}{2I_{D1}} = \frac{5 - 0,7}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 2,15\text{k}\Omega \text{ valore commerciale } 2,2\text{k}\Omega$$

Con i diodi entrambi interdetti in R circolerà la corrente I_B , si ha:

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BES} - R_E I_F}{I_B} - R = \frac{5 - 0,8 - 220 \cdot 4,35 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} - 2,2 \cdot 10^3 = 62,67\text{k}\Omega$$

valore commerciale $56\text{k}\Omega$.

Riassumendo: $R_C = 470\Omega$; $R_E = 220\Omega$; $R_B = 56\text{k}\Omega$; $R = 2,2\text{k}\Omega$; $D = 1N4148$; $BJT = BC237B$.

a. Diodi entrambi in conduzione: $V_o = V_\gamma = 0,7V$; $V_{RB} = V_{RE} \cong 0$; $V_{BE} \cong 0,7V$;
 $V_R = V_{CC} - V_\gamma = 4,3V$; $I = \frac{V_{CC} - V_\gamma}{R} = \frac{5 - 0,7}{2,2 \cdot 10^3} = 1,95\text{mA}$; $I_B = 50\mu\text{A}$.

b. Un diodo in conduzione ed uno interdetto: $V_o = V_\gamma = 0,7V$; $V_{RB} = V_{RE} \cong 0$; $V_D = -4,3V$; $V_{BE} \cong 0$; $I = 1,95mA$.

c. Diodi entrambi interdetti: $V_o = V_{CC} - RI_B = 5 - 2,2 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 4,89V$; $V_D = -0,11V$;
 $V_{RB} = R_B I_B = 56 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 2,8V$; $V_{RE} = R_E I_F = 220 \cdot 4,35 \cdot 10^{-3} = 0,957V$; $V_{BE} \cong 0,8V$;
 $V_R = RI_B = 2,2 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 0,11V$.

Procedimento della misura

Porta OR

1. Si monta il circuito e si collega il generatore;
2. si verificano le combinazioni collegando gli ingressi a massa se a "0" logico e a V_{CC} se a "1" logico;
3. per ogni combinazione si misurano: V_o ; V_{D1} ; V_{D2} ; V_{RB} ; V_{BE} ; e, con i valori misurati, si calcolano $I = \frac{V_R}{R} = \frac{V_o}{R}$; $I_B = \frac{V_{RB}}{R_B}$; $I_D = I$ se un diodo conduce ed uno è interdetto; $I_D = \frac{I}{2}$ se entrambi i diodi conducono;
4. si tabulano i dati.

Porta AND

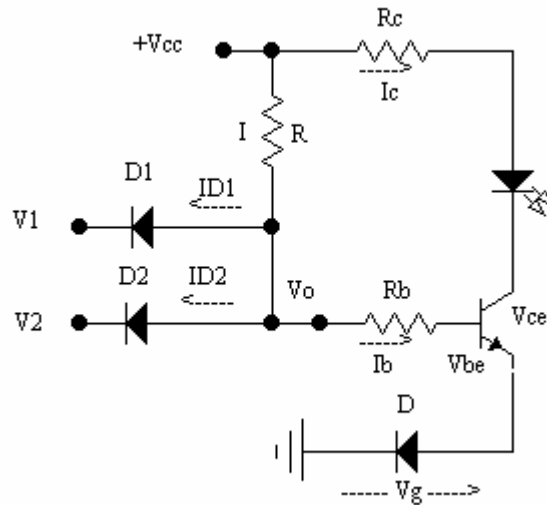
5. Si monta il circuito e si collega il generatore;
6. si verificano le combinazioni collegando gli ingressi a massa se a "0" logico e a V_{CC} se a "1" logico;
7. per ogni combinazione si misurano: V_o ; V_{D1} ; V_{D2} ; V_{RB} ; V_{BE} ; V_R ; V_{RE} ; e, con i valori misurati, si calcolano $I = \frac{V_R}{R} = \frac{V_o}{R}$; $I_B = \frac{V_{RB}}{R_B}$; $I_D = I$ se un diodo conduce ed uno è interdetto; $I_D = \frac{I}{2}$ se entrambi i diodi conducono;
8. si tabulano i dati.

Porta OR											
Volt							mA			μA	Stato
V_1	V_2	V_o	V_{D1}	V_{D2}	V_{RB}	V_{BE}	I	I_{D1}	I_{D2}	I_B	LED
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Spento
0	5	4,32	-4,32	0,64	3,64	0,68	1,96	0	1,96	53,5	Acceso
5	0	4,32	0,64	-4,32	3,64	0,68	1,96	1,96	0	53,5	Acceso
5	5	4,32	0,60	0,60	3,67	0,68	1,96	0,98	0,98	53,5	Acceso

Porta AND													
Volt								mA			μA	Stato	
V_1	V_2	V_o	V_{D1}	V_{D2}	V_{RB}	V_{BE}	V_R	V_{RE}	I	I_{D1}	I_{D2}	I_B	LED
0	0	0,60	0,60	0,60	0,02	0,56	4,36	0,59	1,98	0,99	0,99	0,36	Spento
0	5	0,64	0,64	-4,32	0,06	0,51	4,32	0,61	1,96	1,96	0	1	Spento
5	0	0,63	-4,32	0,63	0,06	0,51	4,32	0,61	1,96	0	1,96	1	Spento
5	5	4,83	-0,13	-0,13	3,18	0,68	0,13	3,86	0,059	0	0	56,8	Acceso

Il diodo con uscita a livello basso risulta leggermente illuminato

Visualizzazione dello stato logico dell'uscita della porta AND utilizzando al posto della resistenza R_E un diodo di commutazione



Si fissa: $V_F = 2V$; $I_F = I_{CS} = 5mA$; $V_{CES} \cong 0$; $V_{CC} = 5V$; D: 1N4148 ; $I_{D1} = I_{D2} = 1mA$ quando i diodi conducono contemporaneamente ; $V_{BES} = 0,8V$; $V_\gamma \cong 0,7V$; BJT BC237B : $h_{FEMIN} = 200$.

Come prima: $R = 2,2k\Omega$; $I_B = 50\mu A$.

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_F - V_\lambda}{I_F} = \frac{5 - 2 - 0,7}{5 \cdot 10^{-3}} = 460\Omega \quad \text{valore commerciale } 470\Omega.$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BES} - V_\lambda}{I_B} - R = \frac{5 - 0,8 - 0,7}{50 \cdot 10^{-6}} - 2,2 \cdot 10^3 = 67,8k\Omega \quad \text{valore commerciale } 68k\Omega.$$

Si segue lo stesso procedimento di misura di prima e si tabulano i dati.

Porta AND con diodo al posto della resistenza R_E														
Volt								mA			μA	mA	Stato	
V_1	V_2	V_o	V_{D1}	V_{D2}	V_{RB}	V_R	V_D	V_{BE}	I	I_{D1}	I_{D2}	I_B	I_F	LED
0	0	0,615	0,615	0,615	0,001	4,343	0,1	0,44	1,974	0,987	0,987	0,015	0	Spento
0	5	0,612	0,615	-4,30	0,001	4,296	0,2	0,445	1,952	1,952	0	0,015	0	Spento
5	0	0,638	-4,32	0,638	0,001	4,320	0,18	0,447	1,964	0	1,964	0,015	0	Spento
5	5	4,847	-0,11	-0,11	3,395	0,11	0,77	0,68	0,05	0	0	49,93	4,56	Acceso
Il diodo con uscita a livello basso risulta perfettamente spento														