



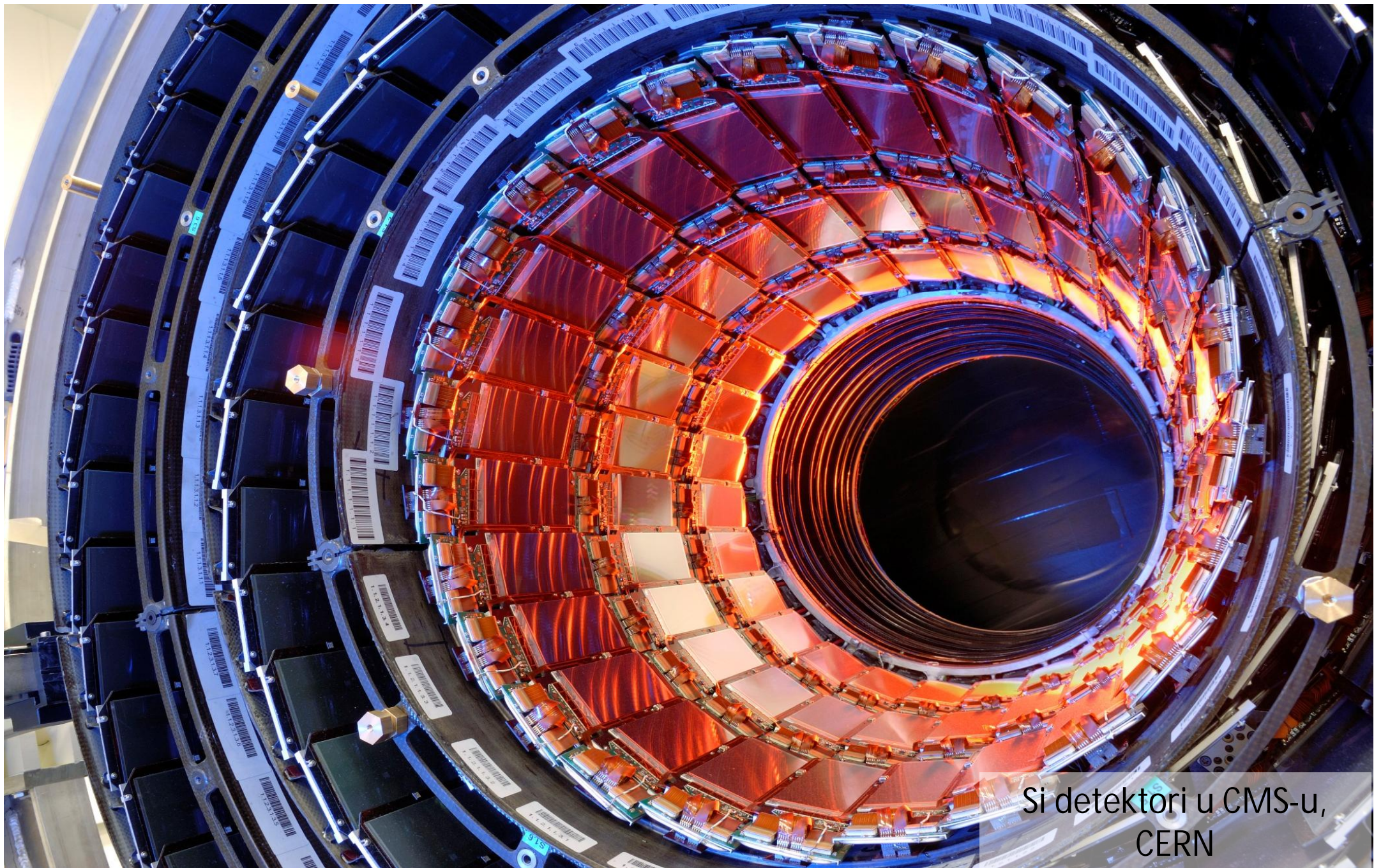
Elektronika

Auditorne vježbe 6



The tiny silicon device IBM scientists unveiled is an ultra-high speed, ultra-low power "avalanche photodetector" which converts faint optical signals into electrical signals.

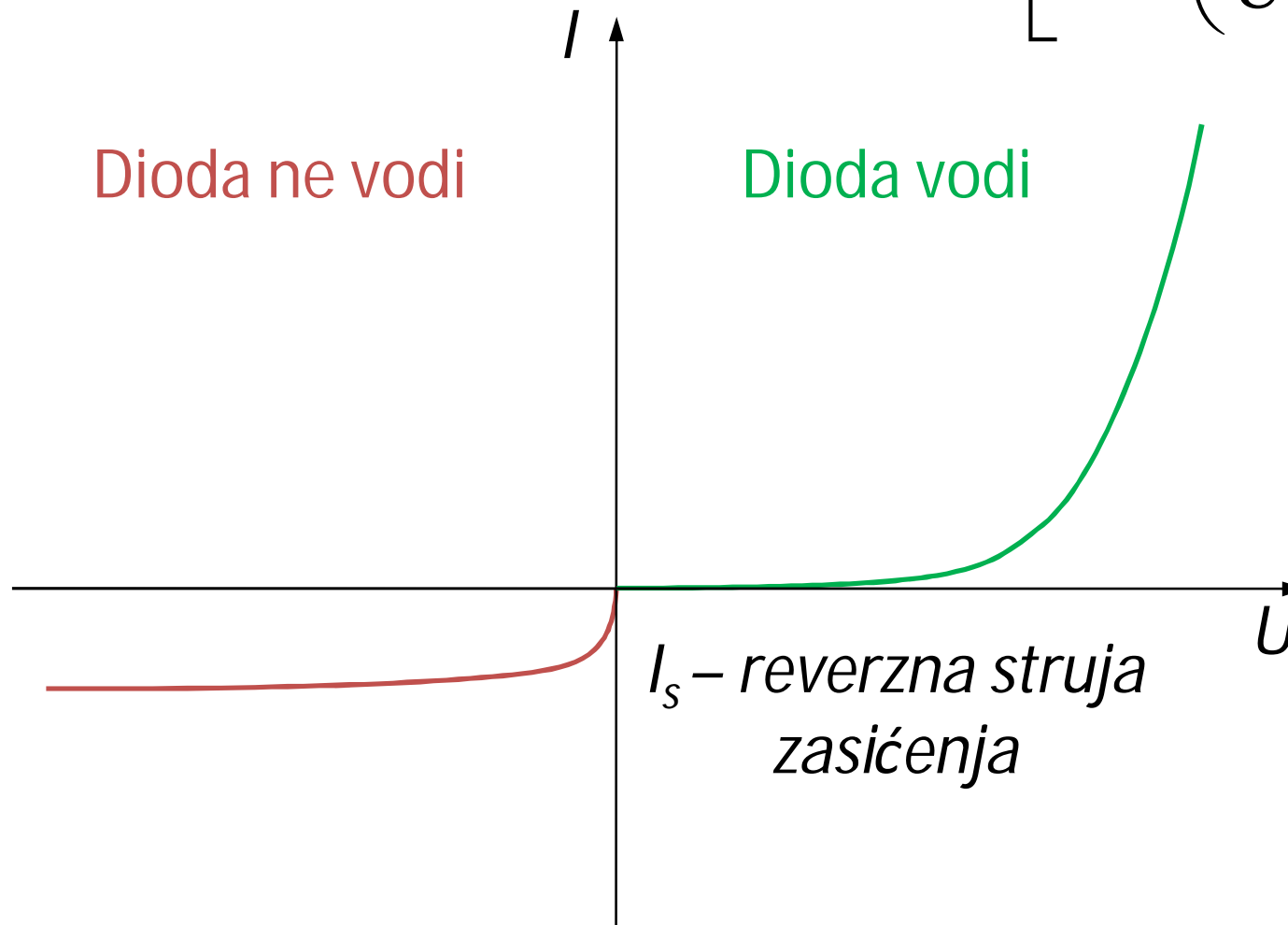
The device is the world's fastest capable of receiving optical information signals at 40Gbps - 40 billion bits per second. It is envisioned that by using light instead of electrical signals in copper wires, enormous amount of information can be sent between chips, while using much less power.



Si detektori u CMS-u,
CERN

U-I karakteristika poluvodičke diode

- Shockleyjeva jednadžba:
$$I = I_s \left[\exp\left(\frac{U}{U_T}\right) - 1 \right]$$

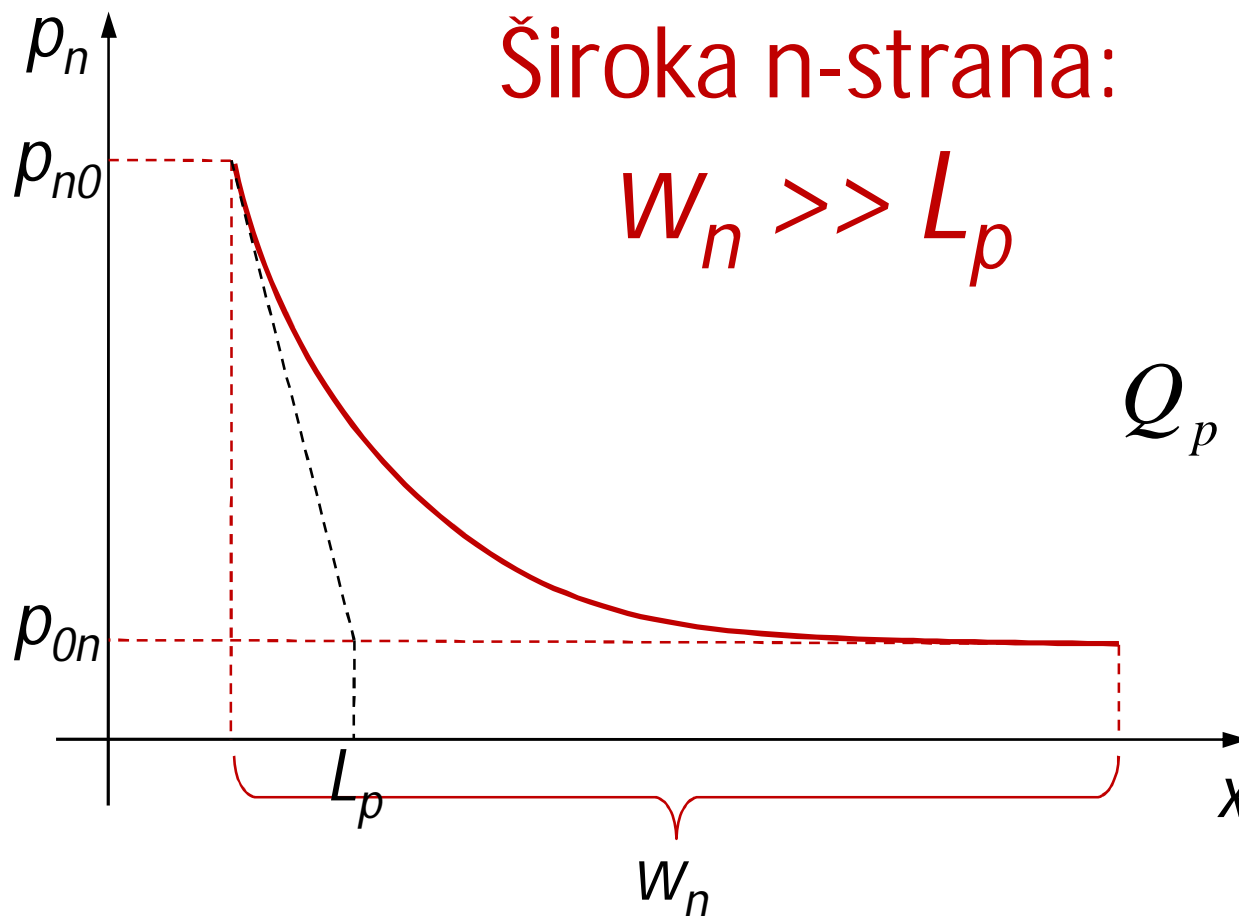


Široka i uska strana pn spoja

- Jednadžba kontinuiteta → gustoća manjinskih nosilaca.
$$p(x) = A \cdot \exp\left(\frac{x}{L_p}\right) + B \cdot \exp\left(-\frac{x}{L_p}\right)$$
- Gustoća manjinskih nosilaca → difuzijska gustoća struje manjinskih nosilaca.
- Dva granična slučaja u razmatranju struje kroz diodu:
 - 1) Široka strana
 - 2) Uska strana

Široka strana pn spoja

- Duljina neutralnog područja je puno veća od difuzijske dužine manjinskih nosilaca.*



Široka n-strana:

$$W_n \gg L_p$$

Široka p-strana:

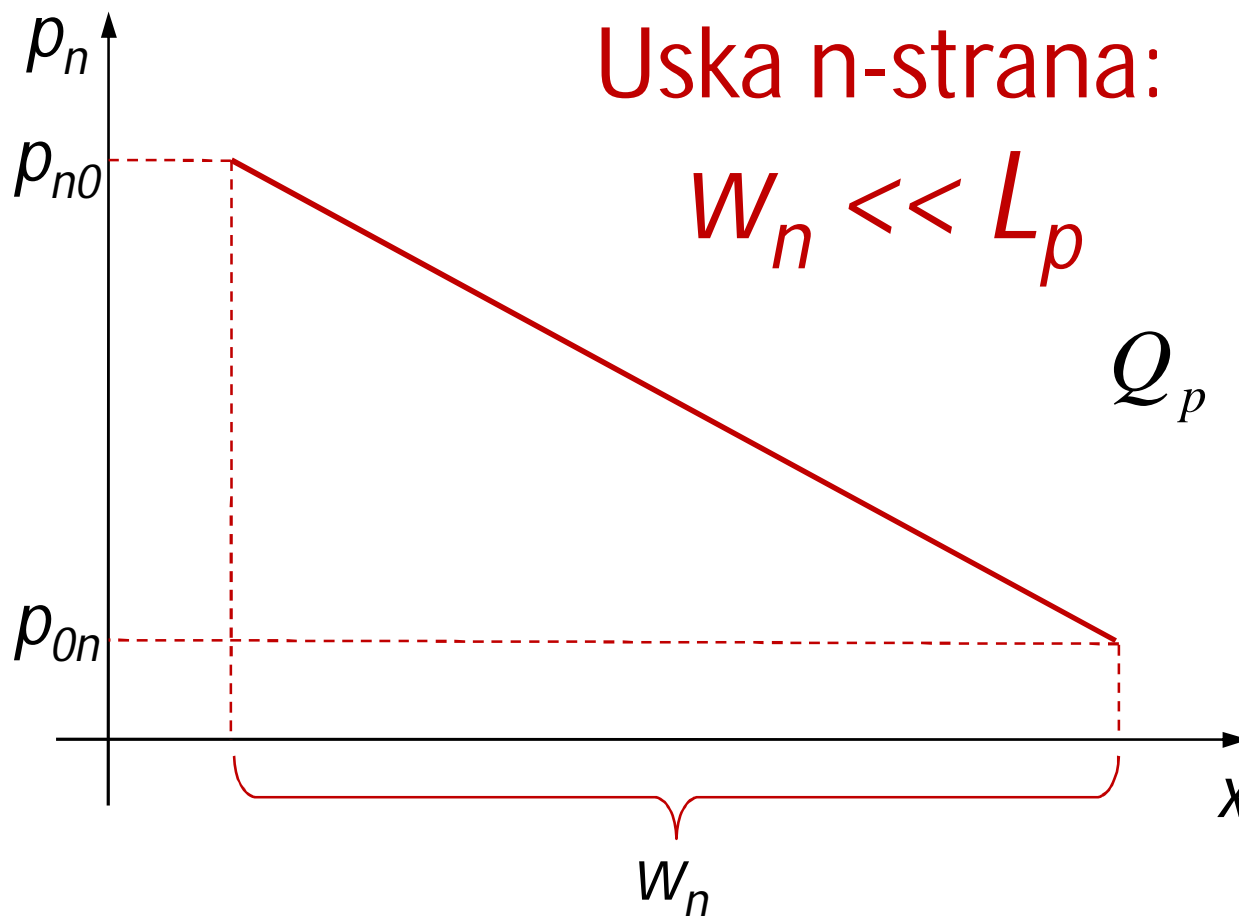
$$W_p \gg L_n$$

$$Q_p = q \cdot S \cdot (p_{n0} - p_{0n}) \cdot L_p$$

$$I_p = \frac{Q_p}{\tau_p}$$

Uska strana pn spoja

- Duljina neutralnog područja je puno manja od difuzijske dužine manjinskih nosilaca.*



Uska n-strana:

$$W_n \ll L_p$$

Uska p-strana:

$$W_p \ll L_n$$

$$Q_p = q \cdot S \cdot (p_{n0} - p_{0n}) \cdot \frac{W_n}{2}$$

$$I_p = \frac{Q_p}{t_{pr}} \quad t_{pr} = \frac{W_n^2}{2 \cdot D_p}$$

Reverzna struja zasićenja

- Struja kroz diodu kod nepropusne polarizacije.
- **Struja manjinskih nosilaca.**
- Za diodu sa širokim stranama:

$$I_s = q \cdot S \cdot n_i^2 \cdot \left(\frac{D_n}{L_n \cdot N_A} + \frac{D_p}{L_p \cdot N_D} \right)$$

Zadatak 11.

- Silicijska dioda sa širokim stranama ima gustoću primjesa: $N_A=10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_D=10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Koliki je napon potrebno priključiti na diodu pri $T=300 \text{ K}$ da bi kroz nju tekla struja 10^{10} puta veća od struje I_s ? Koliki je iznos te struje ako je $S=2 \text{ mm}^2$?

Zadatak 12.

- Silicijska dioda sa širokim stranama ima gustoću primjesa: $N_A=7,44 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_D=1,31 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Vremena života manjinskih nosilaca iznose $\tau_n=50 \text{ }\mu\text{s}$ i $\tau_p=10 \text{ }\mu\text{s}$. Površina pn spoja je $S=2 \text{ mm}^2$, a $T=300 \text{ K}$. Izračunati:
 - a) Reverznu struju zasićenja diode.
 - b) Reverzni napon pri kojem reverzna struja ima iznos 90 % vrijednosti struje I_s .

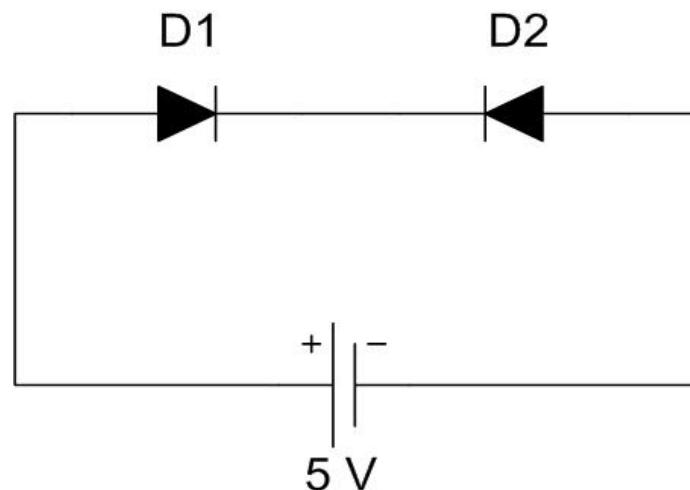
Zadatak 13.

- Za dvije silicijske diode sa širokim stranama zadani su podaci:

1) D1: $N_D=10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_A=1,5 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $S=2 \text{ mm}^2$;

2) D2: $N_D=10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_A=2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $S=2,5 \text{ mm}^2$.

Odrediti struju u strujnom krugu prikazanom na slici te napone na diodama U_{D1} i U_{D2} pri $T=300 \text{ K}$.



Zadatak 14.

- Gustoća donora na n-strani silicijske diode iznosi $N_D=10^{16} \text{ cm}^{-3}$, a gustoća šupljina na n-strani neposredno uz barijeru je $p_{n0}=2 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Vrijeme života šupljina na n-strani je $\tau_p=1 \text{ }\mu\text{s}$, temperatura $T=300 \text{ K}$, a površina poprečnog presjeka $S=2 \text{ mm}^2$. Izračunati:

- a) Napon priključen na diodu.
- b) Akumulirani naboj šupljina na širokoj n-strani.
- c) Ukupnu struju šupljina.

Zadatak riješiti i za usku stranu ako je $w_n=2 \text{ }\mu\text{m}$.