

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Ústav elektrotechniky a měření

Optoelektronika

Přednáška č. 8

Milan Adámek

adamek@ft.utb.cz

U5 A711

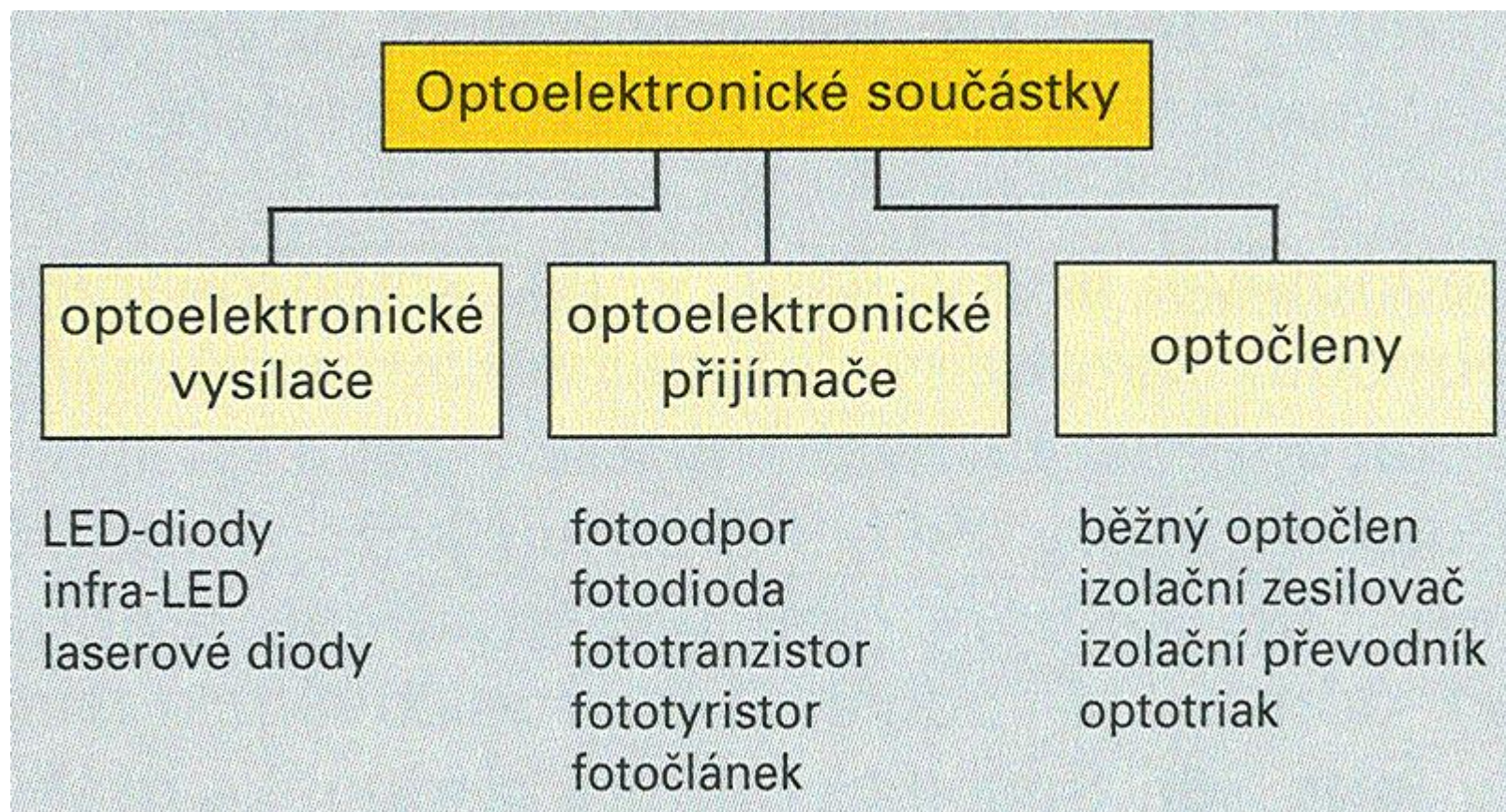
+420576035251

Optoelektronika

- zabývá se přeměnou elektrické energie na elektromagnetické záření a opačně
- optoelektronické prvky využívají *vnitřního fotoefektu* – světelné záření uvolní v polovodiči nosiče nábojů: díry + elektrony

Rozdělení optoelektronických součástek:

1. ***Optoelektronické vysílače*** – na základě elektrických signálů vyzařují světlo, IR nebo UV záření
2. ***Optoelektronické přijímače*** - jejich vodivost je měněna účinkem světla, IR nebo UV záření
3. ***Displeje*** – jejich optická propustnost je měněna elektrickým napětím



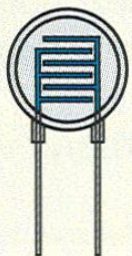
Optoelektronické přijímače

1. Fotorezistor

- název LDR – light dependent rezistor
- je tvořen fotocitlivým materiálem (CdS) naneseným v meandrovitém tvaru na keramické destičce
- při dopadu světla s rostoucím osvětlením roste vodivost, klesá jeho odpor

Optoelektronické přijímače

fotoodpor



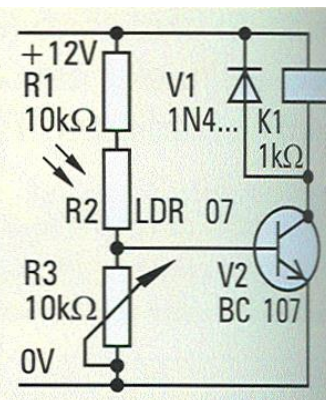
např. siriník kadmia

odpor závisí na
intenzitě osvětlení

příklad:

typ LDR 07
neosvětlený
 $\geq 10 \text{ M}\Omega$
osvětlený
asi 100Ω

jednoduchý fotospínač;
při osvětlení klesá odpor
LDR; tím se tranzistor
otevře a sepne relé

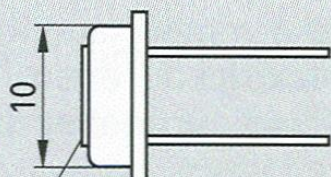


provedení

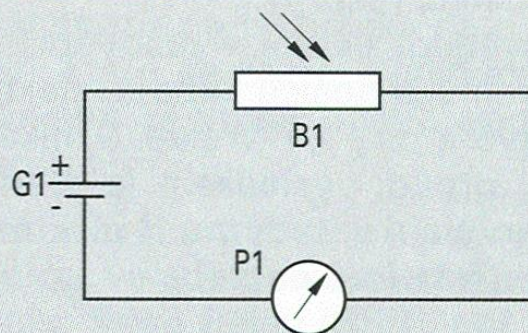
zapojení a využití

technická data (např. RPY 63)

fotocitlivá vrstva polovodiče



skleněné okénko



zapojení v expozimetru

mezní hodnoty:

ztrátový výkon:

$P_{\text{tot}} = 50 \text{ mW}$

mezní napětí:

$U_G = 50 \text{ V}$

jmenovité hodnoty:

odpor za tmy

$R_d \geq 1 \text{ M}\Omega$

odpor za světla

$R_h < 1 \text{ k}\Omega$

Optoelektronické přijímače

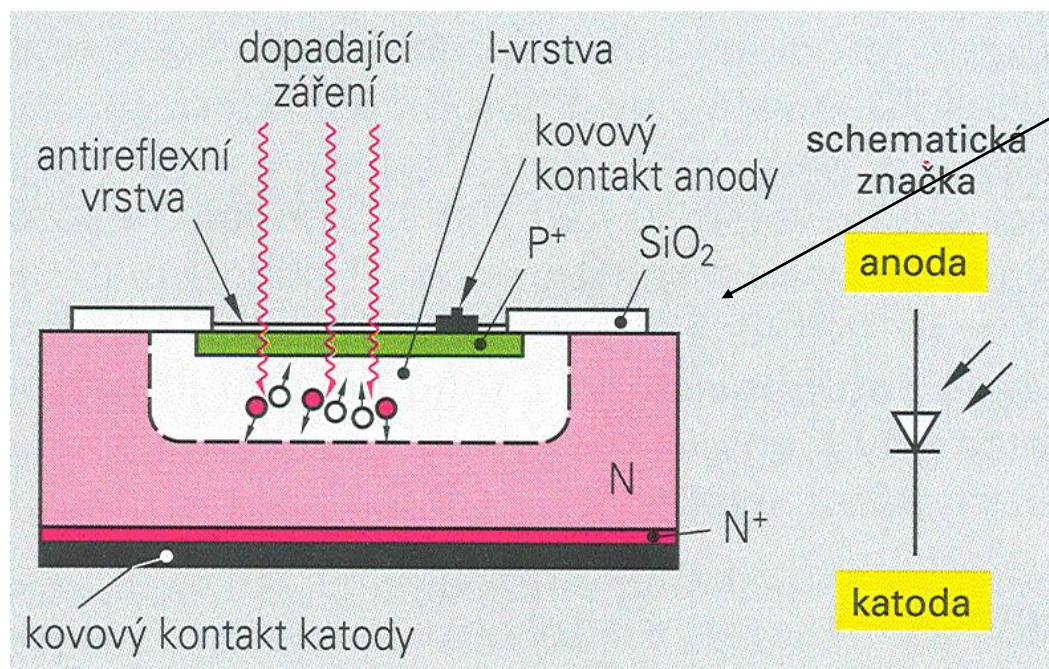
2. Fotodioda

- jde o polovodičovou PN součástku, která mění vodivost na základě osvětlení
- přechod PN je nejvíc citlivý v závěrném směru, při osvětlení přechodu vzroste závěrný proud
- nejběžnější jsou PIN diody a lavinové fotodiody

Optoelektronické přijímače

2. Fotodiody

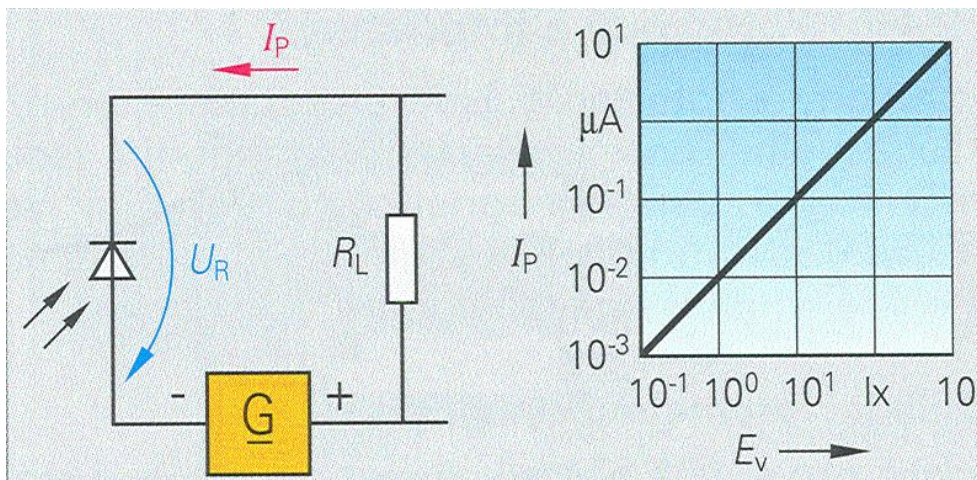
Řez PIN diodou



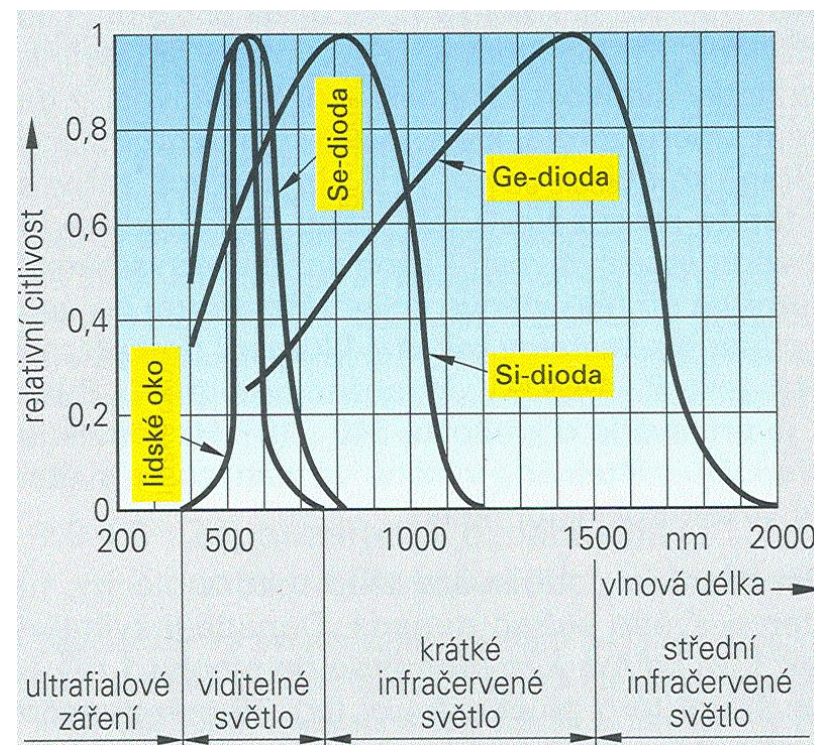
- závěrný režimu
- fotovoltaiický režim

Optoelektronické přijímače

2. Fotodiody



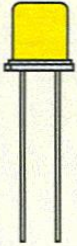

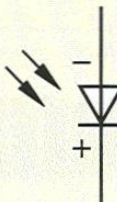
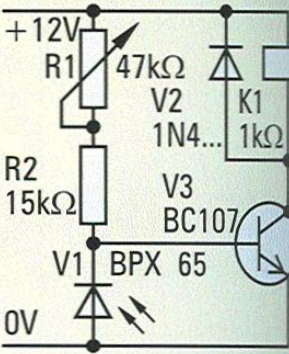
Závěrný režim fotodiody



Spektrální citlivost oka a fotodiod

Optoelektronické přijímače

2. Fotodioda

<p>fotodioda</p>  <p>katoda</p>  <p>anoda</p>	 <p>anoda</p> <p>katoda</p> <p>germanium, křemík</p>	<p>fotodiody se provozují v závěrném směru; zpětný proud narůstá s intenzitou osvětlení</p> <p>příklad: typ BPX 65, citlivost 4nA/lx</p>	<p>vypínač; když je fotodioda osvětlena, stoupá její zpětný proud, čímž se tranzistor uzavře a relé odpojí</p> 
---	---	---	--

Optoelektronické přijímače

3. Fotočlánky

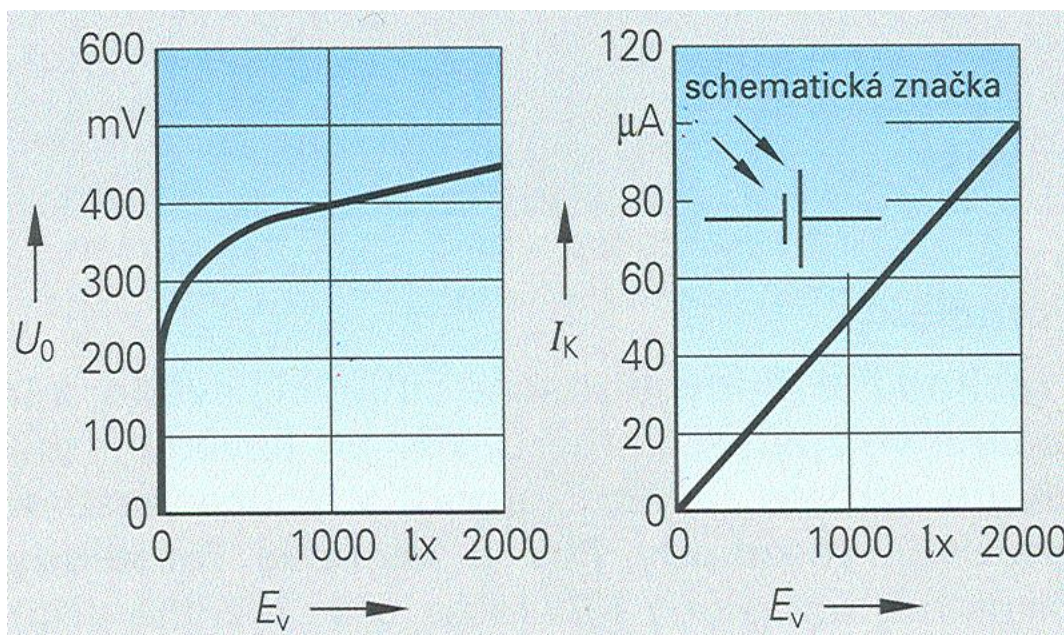
- každá fotodioda může být použita jako fotočlánek v tzv. fotovoltaiickém režimu
- při vnitřním fotoefektu se vytvoří prostorové náboje – elektrony se tlačí k vrstvě N a díry k vrstvě P – vznikne fotovoltaiické napětí, které vyvolá fotoelektrický proud
- Si fotočlánky ($U_0 = 0,4V$ při osvětlení 1000 lx) a Se fotočlánky
- ($U_0 = 0,3V$ při osvětlení 1000 lx)
- zapojením většího počtu fotočlánků mluvíme o solárních panelech nebo slunečních bateriích

Optoelektronické přijímače

3. Fotočlánky

U_0 – napětí naprázdno

I_K – zkratový proud

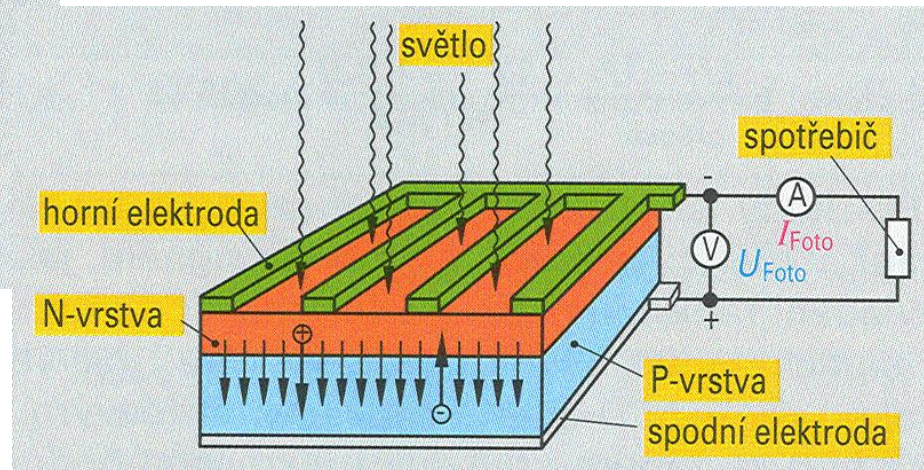
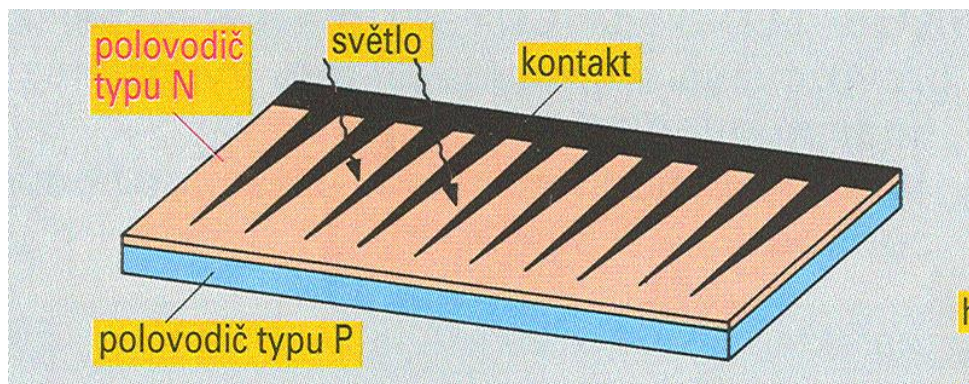


Charakteristiky fotočlánků

Optoelektronické přijímače

3. Fotočlánky

- běžné solární články z amorfního křemíku mají účinnost 5 – 7%
- soláry z polykrystalického křemíku dosahují 13 – 15% účinnosti
- soláry s monokrystalickým křemíkem mají účinnost až 19%



Optoelektronické přijímače

4. Fototranzistor

- jde zpravidla o Si součástku s několika mm² okénkem
- dopadající světlo přotevívá přechod B - E
- fototranzistor je 100x citlivější na světlo než fotodioda

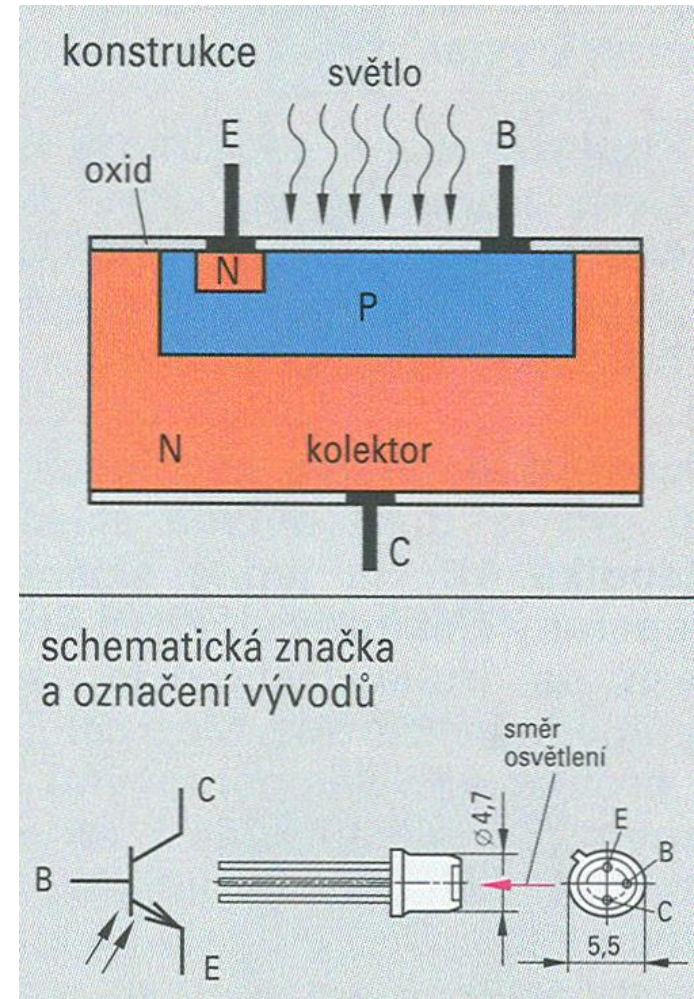
elektrické parametry (BPX 62)

mezí hodnoty:

U_{CEO}	32 V
P_{tot}	0,25 W
I_{Cmax}	25 mA

jmenovité hodnoty

fotoproud I_p (při 1000 lx)	1,2 až 10 mA
proud za tmy	5 nA



Optoelektronické vysílače

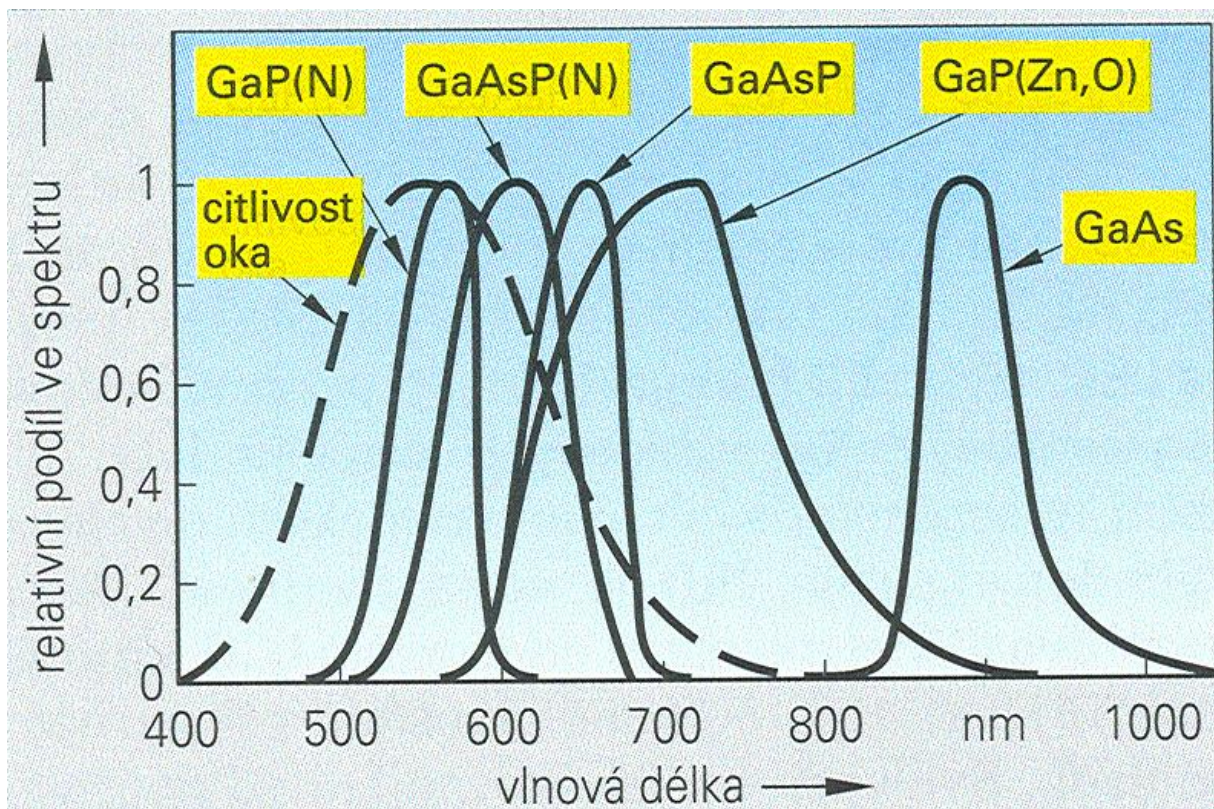
1. Luminiscenční diody

- označení LED (Light Emitting Diode)
- IRED (Infra Red Emitting Diode) – infračerveně emisní dioda
- přeměňují elektrickou energii na přechodu PN na světlo nebo IR záření
- nejčastěji GaAsP, GaAs, GaP, GAN
- barva světla je dána materiálem a příměsí

materiál a dotace	barva světla	vlnová délka v nm	napětí U_F
GaAs/Si	infračervená	930	1,2 V
GaAs/P	červená	655	1,6 V
GaAsP/N	oranžová	625	1,6 V
GaAsP/N	žlutá	590	1,8 V
GaP/N	zelená	555	1,8 V
GaN	modrá	465	3 V

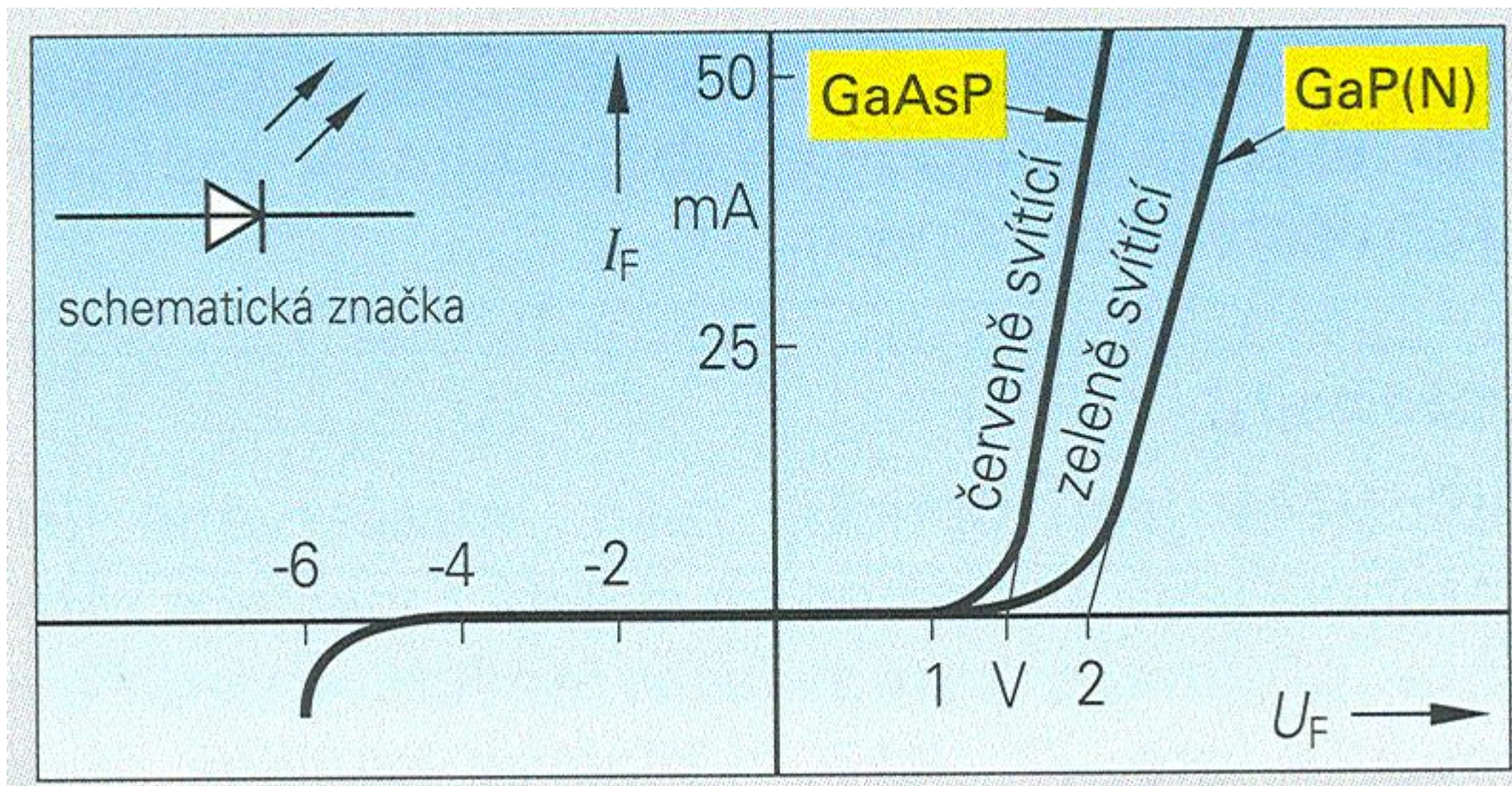
Optoelektronické vysílače

1. Luminiscenční diody



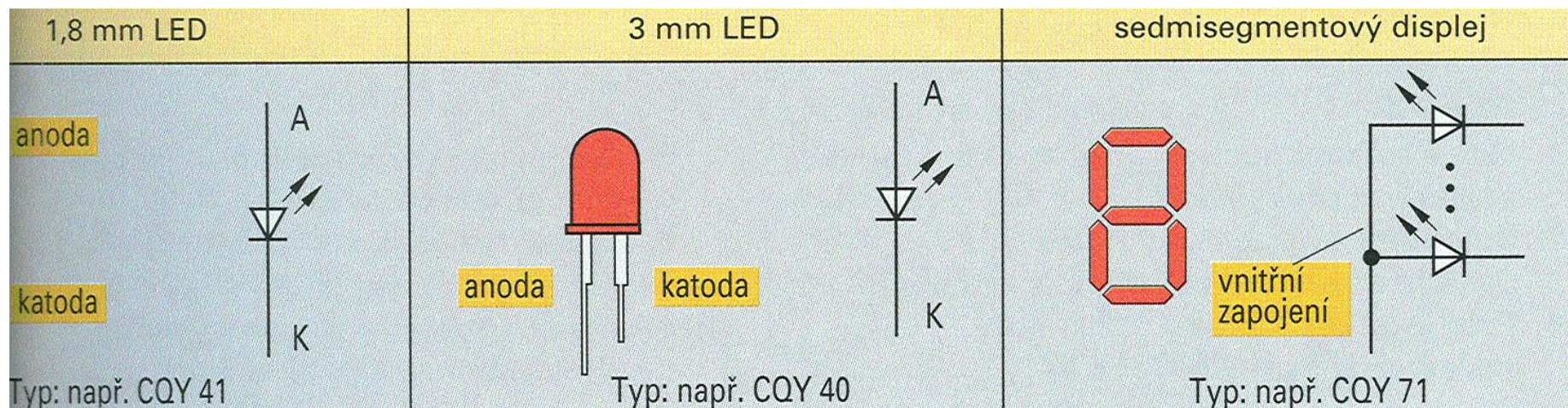
Optoelektronické vysílače

1. Luminiscenční diody



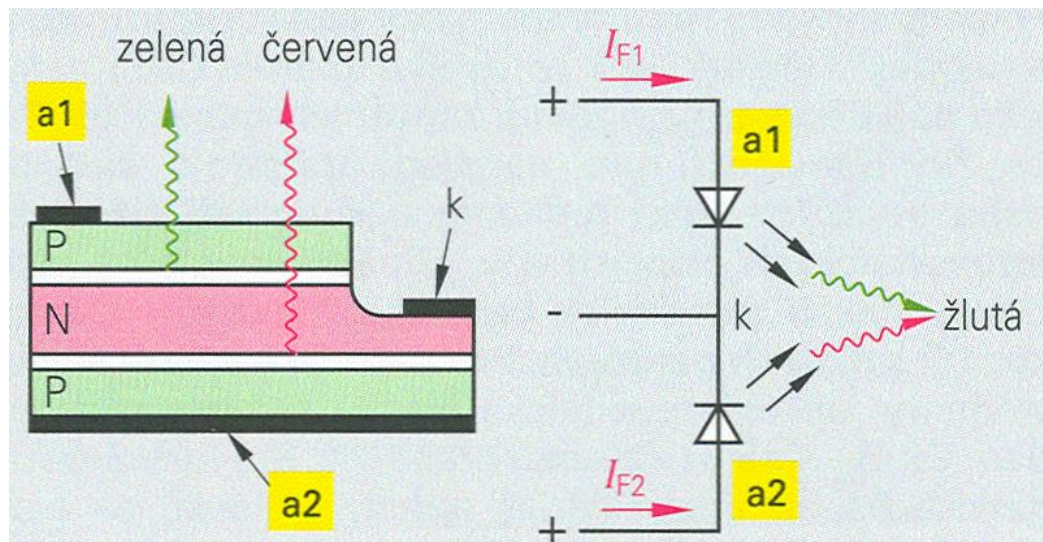
Optoelektronické vysílače

1. Luminiscenční diody



Optoelektronické vysílače

1. Dvoubarevné a vícebarevné LED



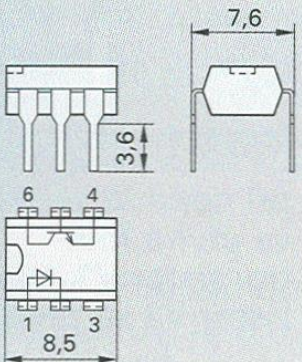
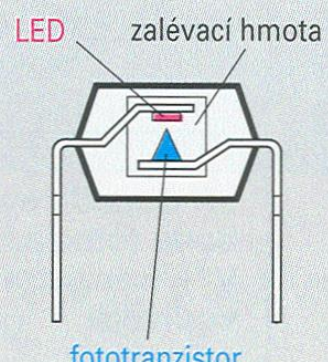
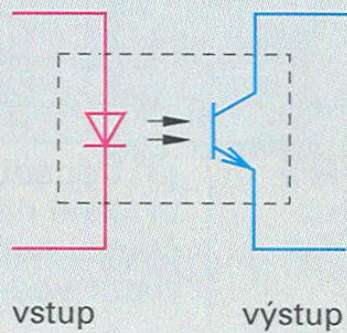
Dvoubarevné LED

- a_1 – GaP – žlutozelené
- a_2 – GaAsP - oranžové

Optoelektronické vysílače

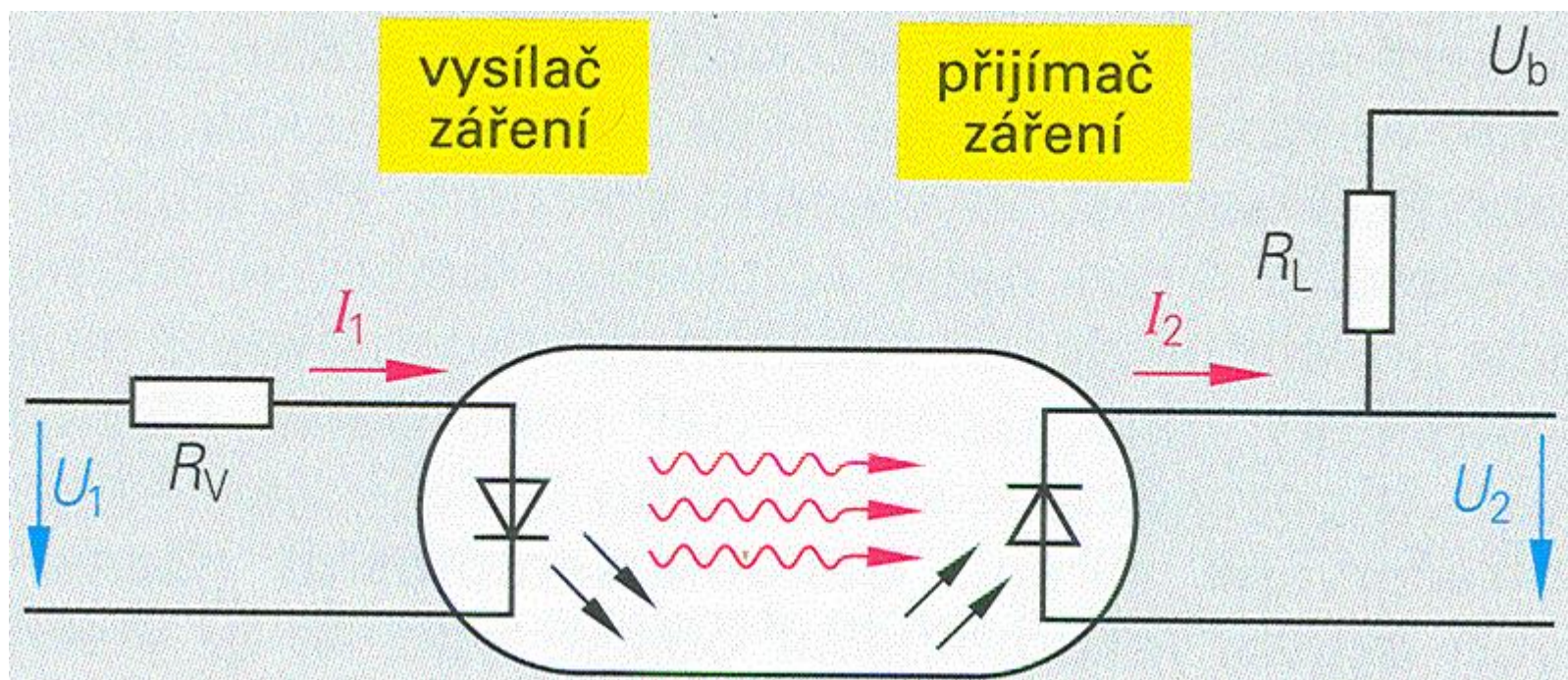
2. Optočleny

- jde o optické nebo IR vazební členy
- je tvořen vysílačem a přijímačem
- používají se ke galvanickému oddělení při přenosu signálů

a) pouzdro	b) konstrukce	c) zapojení	c) parametry (příklad)
			<ul style="list-style-type: none">• izolační zkušební napětí 2,5 kV• činitel proudového přenosu 25 až 50• spínací doba 3 μs• vazební kapacita 1pF

Optoelektronické vysílače

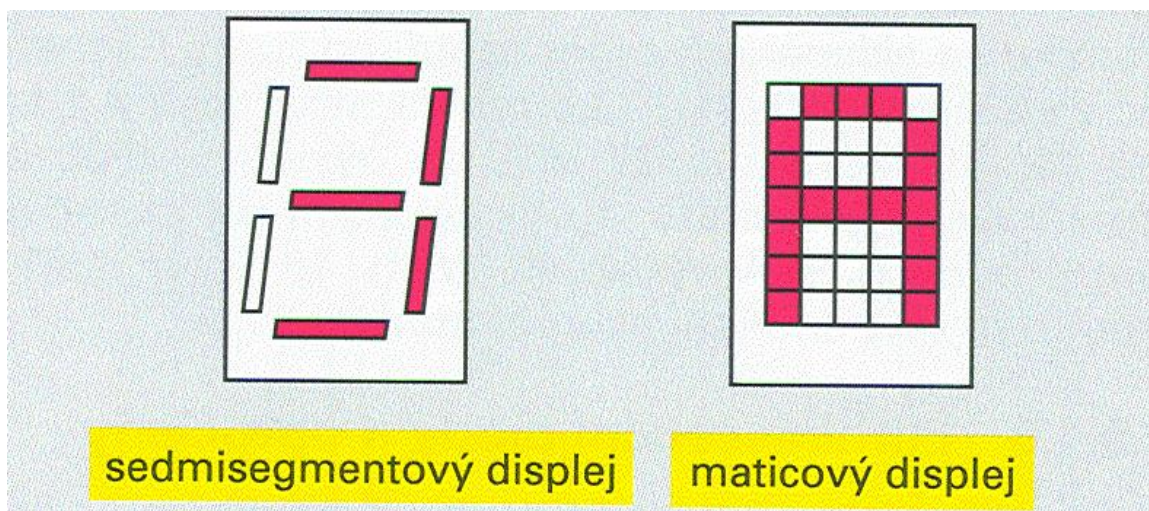
2. Optočleny



Zobrazovací prvky

1. LED displeje

- pro zobrazení informace používá LED diody
- výhodou je velká životnost
- svítivostí se vyrovnají vakuovým digitronům
- k ovládání jsou k dispozici integrované obvody
- jsou v provedení segmentovém nebo maticovém

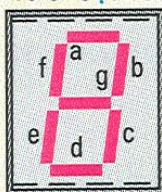


Zobrazovací prvky

1. LED displeje

segmentový
zobrazovač

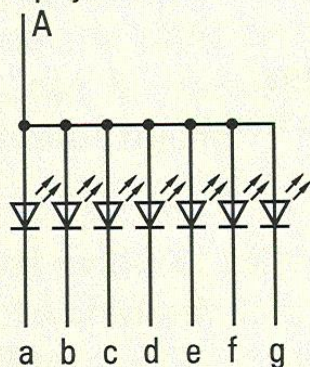
f g a b A
10 9 8 7 6



1 2 3 4 5
e d c A

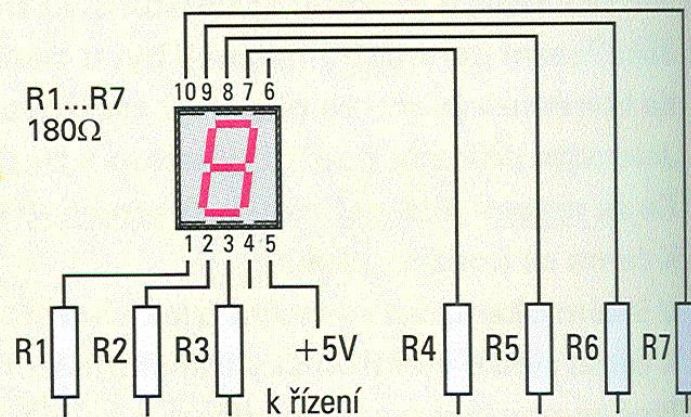
symbolická výška
např. 13,5 mm

vnitřní společné
zapojení anod



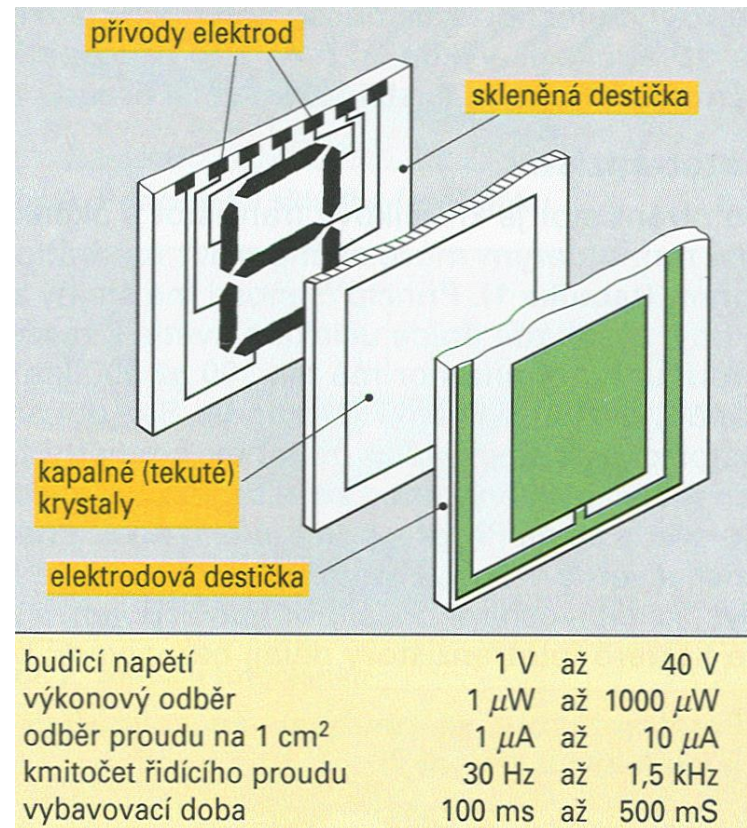
Zobrazovač se skládá ze sedmi LED; řízením zapojení anod je možno zobrazit číslice 0 až 9; každý segment potřebuje napětí asi 2 V; používají se také segmenty se společnou katodou

např. v digitálních měřicích přístrojích nebo v digitálních hodinkách



Zobrazovací prvky

2. LCD displej



- mezi 2 skleněnými destičkami je kapalný krystal (tloušťka 10 μ m)
- elektrickým napětím lze krystaly orientovat a tak opticky zprůhlednit
- na jedné destičce jsou napařeny elektrody ve tvaru prvků obrazů
- zorientováním krystalů se zviditelní část obrazu