

# Optické komunikácie

## Optický vysielateľ

Prof. RNDr. Ing. Ján Turán, DrSc., KEMT FEI TU Košice

## 8. Optický vysielateľ

- n **Vlastnosti** optického vysielateľa sú ohraničené použitým zdrojom svetla (**LED, LD**):
- n Generovaný optický výkon
- n Účinnosť naviazania do optického vlákna
- n Linearita výstupnej charakteristiky
- n Impulzová odozva
- n Šírka spektrálnej čiary atď.

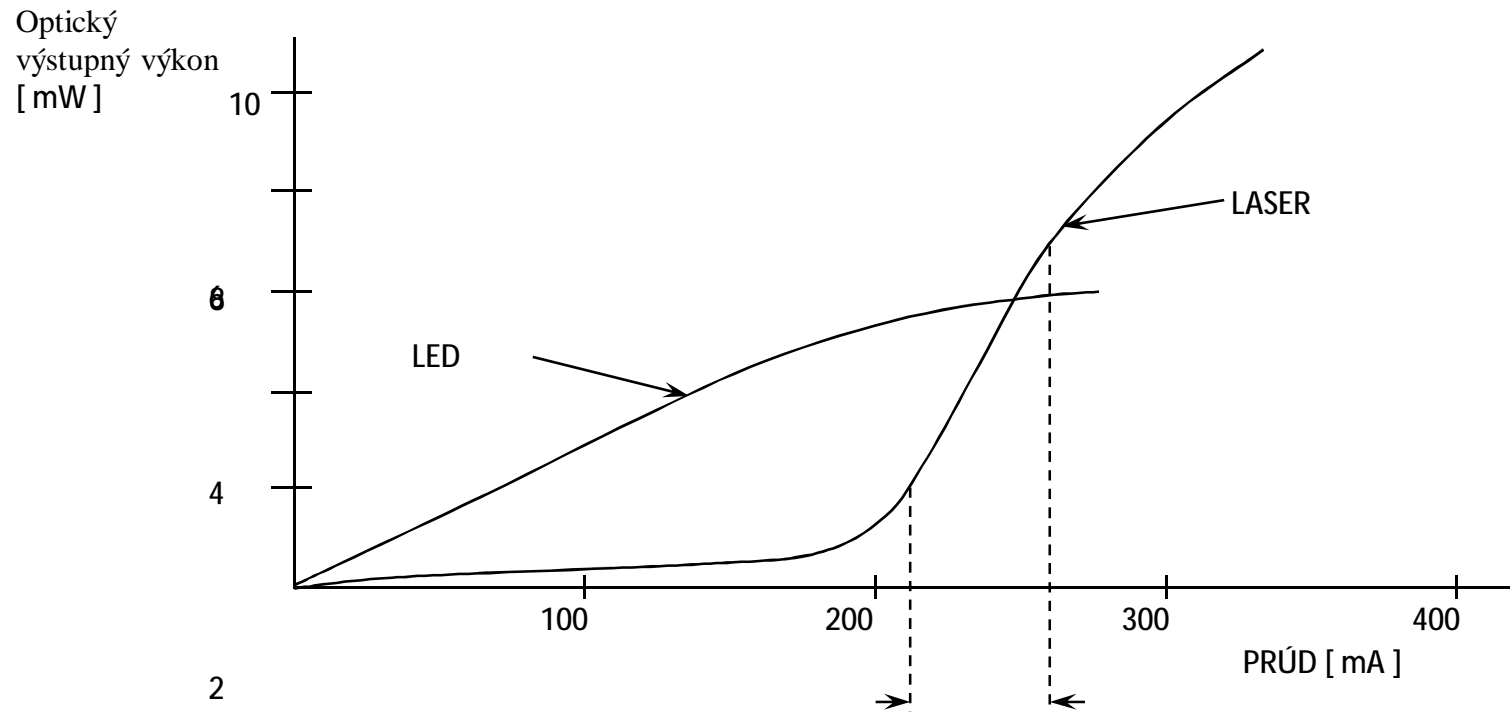
## 8.1 Ohraničenia zdroja svetla

- n Elektrický výkon potrebný na budenie **LED** a **LD**:  
prúd 20 až 300 mA (niektoré **LD** 1 až 2 A)  
úbytkom napätia 1,2 až 2,5 V
- n Typický výstupný optický výkon **LD**:  
1 až 10 mW (podobný pre **LED**)
- n Účinnosť naviazania optického výkonu z **LD** bez použitia fokusačnej šošovky ~30 %, s fokusačnou šošovkou 80%
- n Účinnosť naviazania z **LED** je malá (1 až 10%) aj s fokusačnou šošovkou
- n Úroveň naviazania optického výkonu z **LED** je o 10 až 20 dB nižšia ako z **LD**

- n **Linearita** výstupnej charakteristiky **LD** a **LED** ako zdroja svetla je dôležitá pre analógové prenosové systémy
- n Väčšina **LED** má nelineárnu výstupnú charakteristiku
- n Nad prahom majú niektoré **LD** lineárnu výstupnú charakteristiku
- n Teplotné vlastnosti **LED** a **LD** môžu podstatne ohraničiť aplikáciu v optických vysielачoch

Pre LD je problémom zmena prahového prúdu so zmenou teploty priechodu (lasery AlGaAs vzrast prúdu o 1% pri zmene teploty o 1°C)

- n **Rýchlosť odozvy LED a LD:**  
Čas nárastu optického výkonu z 10% na 90% svojej hodnoty pri buzení ideálnym prúdovým impulzom,  
**LED:** 2 - 50 ns , **LD:** 0,1 až 1 ns



**Obr. 8. 1** Výstupné charakteristiky LED a LD.

- n Konečná šírka spektrálnej čiary zdrojov svetla  
(**LED, LD**)
- n **Disperzia** - rozšírenie optických impulzov v optickom vlákne
- n **LED** šírka spektrálnej čiary - 20 až 50 nm  
**B<sub>opt.L</sub>** na 100 až 160 MHz.km, pri  $\lambda = 0,8 \mu\text{m}$
- n  $\lambda \sim 1,3 \mu\text{m}$ , materiálová disperzia sklenených **OV** SiO<sub>2</sub>  
nulová  
**B<sub>opt.L</sub>** ~ 1 GHz.km
- n **LD** šírka spektrálnej čiary 1nm a menej  
**B<sub>opt.L</sub>** ~ 1 GHz.km pri  $\lambda = 0,8 \mu\text{m}$

## 8.2 Budiace obvody LED

### Pre číslicové systémy:

Spínanie prúdu **LED** v oblasti niekoľko desiatok až sto mA  
Veľká prenosová rýchlosť vzhľadom na úrovne napätí budiacich logických obvodov  
Častou požiadavkou pre číslicový prenos je prispôsobenie budiaceho obvodu **LED** k štandardným logickým obvodom (TTL, ECL,...)

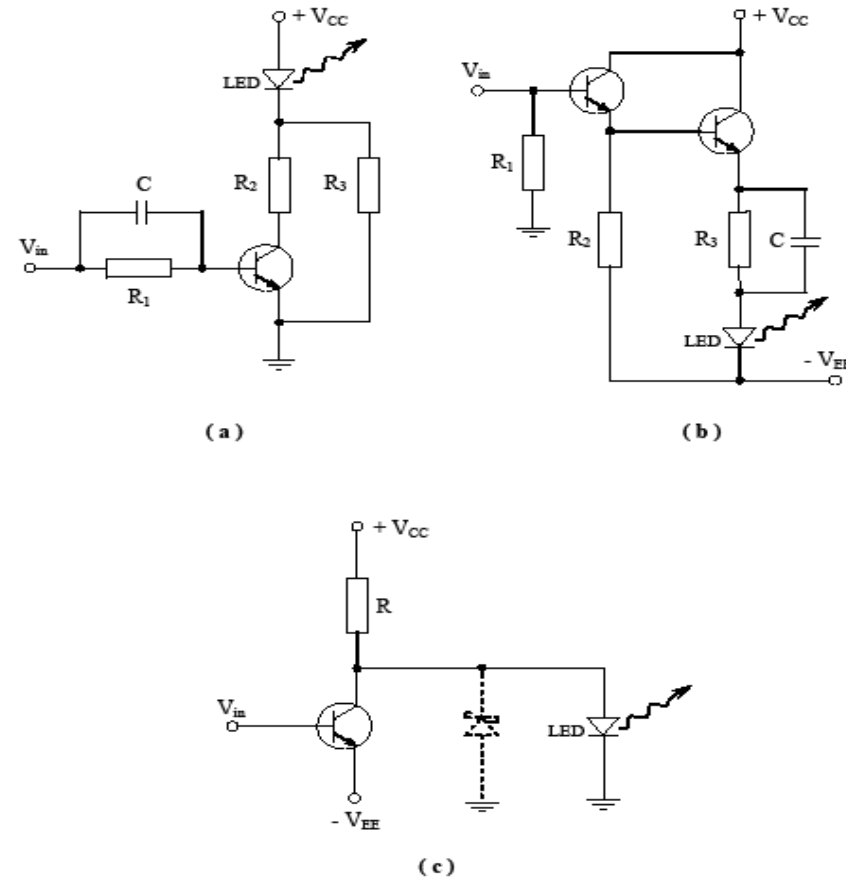
### Pre analógové systémy:

Vysielaný optický signál v širokom frekvenčnom rozsahu musí lineárne sledovať (amplitúdovo aj fázovo) vstupný modulačný elektrický signál, preto má byť výstupná charakteristika **LED** lineárna

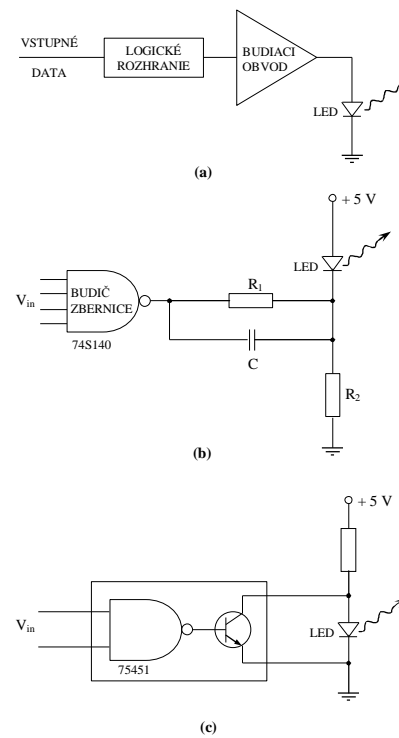
- n **Analogové budiace obvody LED** - jednoduché zapojenia s bipolárnymi tranzistormi:
  - dva rýchle budiace obvody **LED** s reálnou strmou (transkonduktanciou)
  - zapojenie s Darlingtonovou dvojicou tranzistorov
  - zapojenie s využitím diferenčného zosilňovača
  
- n V aplikáciách, kde sa vyžaduje vysoká linearita signálu bez amplitúdového a fázového skreslenia, nie je možné použiť uvedené jednoduché budiace obvody **LED**



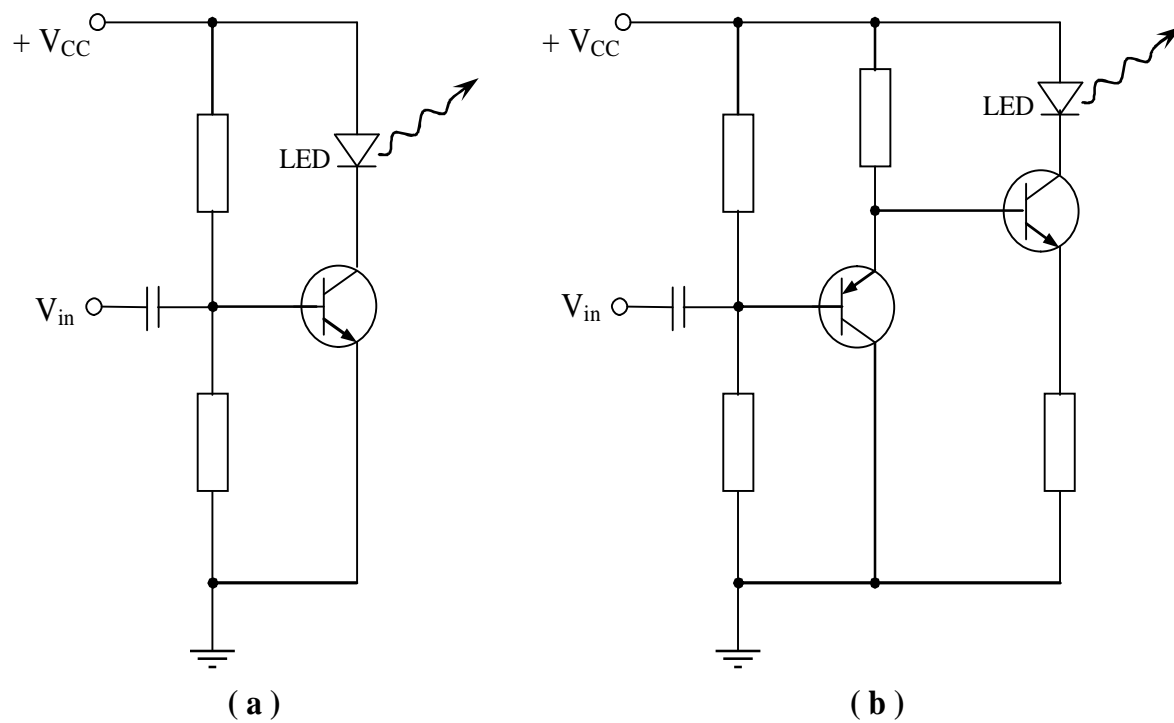
# Optické komunikácie



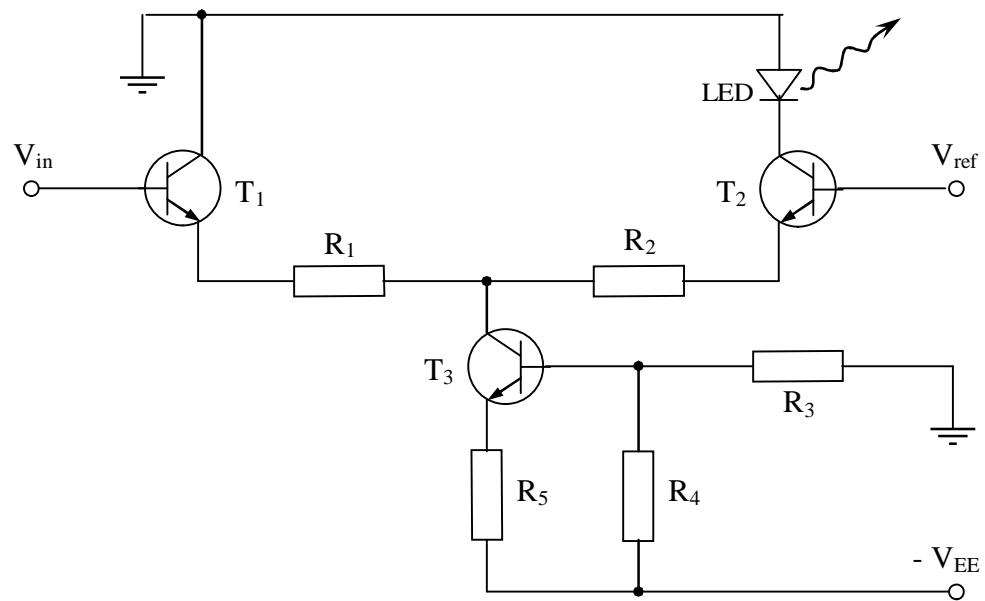
Obr. 8.2 Číslkové budiace obvody LED  
(a) tranzistorový sériový spínač  
(b) emitorový sledovač  
(c) tranzistorový paralelný spínač



**Obr. 8. 3** Logické rozhrania budiacich obvodov LED:  
 (a) bloková schéma,  
 (b), (c) budenie hradlom TTL



**Obr. 8.4** Analógové budiace obvody LED :  
 ( a ) s emitorovým sledovačom  
 ( b ) s Darlingtonovou dvojicou tranzistorov



**Obr. 8.5** Analógový budiaci obvod LED s diferenčným zosilňovačom

### Kompenzácia skreslenia:

a) Metóda komplementárneho skreslenia:

Využíva zapojenie do obvodu linearizácie iného nelineárneho prvku, ktorého charakteristika je komplementárna k charakteristike **LED**

b) Metóda zápornej optickej väzby:

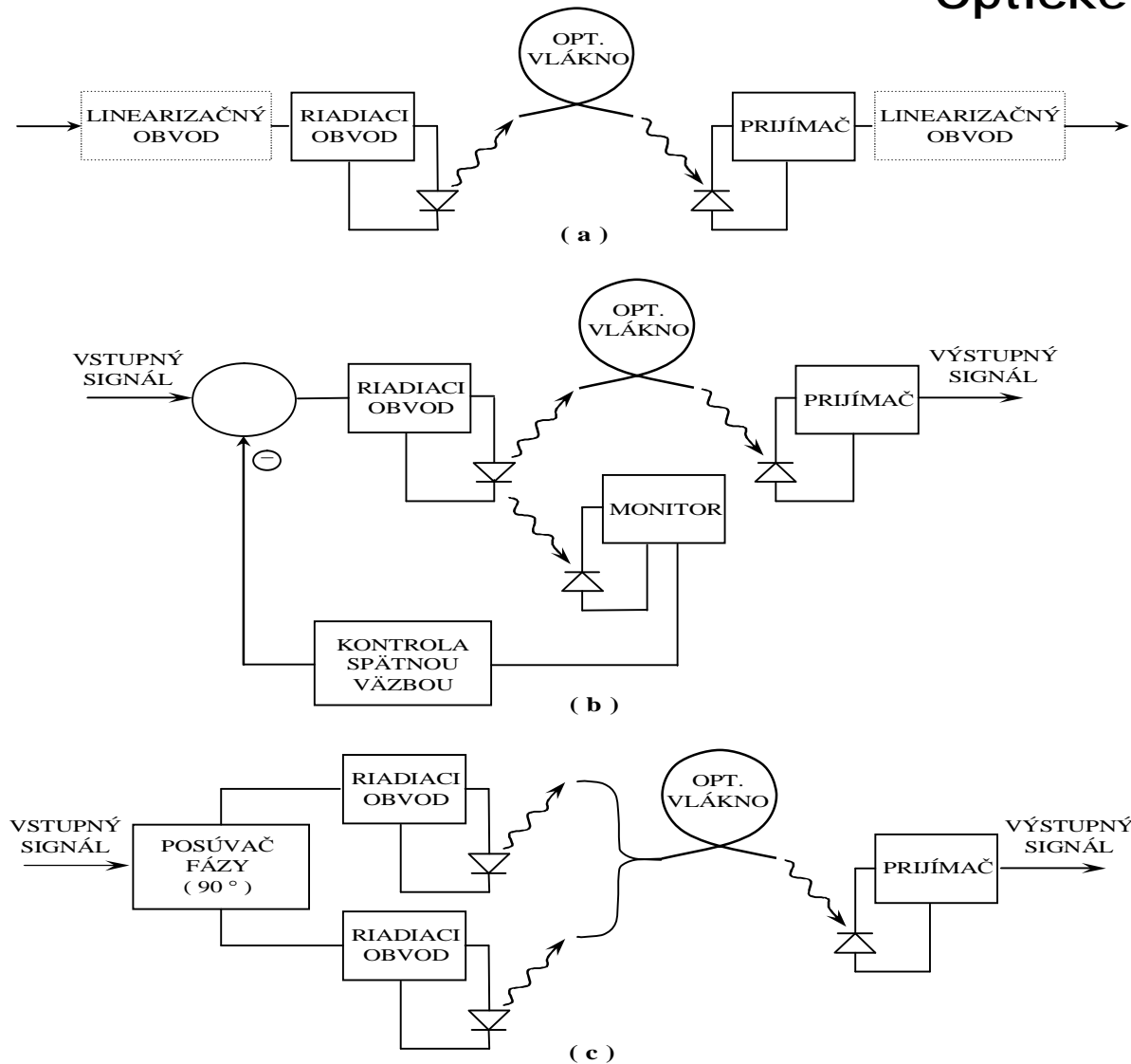
**LED** je zapojená do vhodného linearizačného obvodu

Detekuje sa optický výstup z **LED** a porovnáva sa so vstupným signálom

c) Metóda selektívnej harmonickej kompenzácie:

Využíva fázovú moduláciu dvoch **LED** s podobnou výstupnou charakteristikou

Vstupný signál sa rozdelí na dve rovnaké fázovo posunuté časti, ktoré modulujú **LED**, čím sa zruší 2. a 3. harmonická signálu s  $90^\circ$ , resp.  $60^\circ$  fázovým posunom



**Obr. 8.6** Blokové schémy linearizačných metód výstupnej charakteristiky LED :  
 ( a ) metóda komplementárneho skreslenia  
 ( b ) záporná optická spätná väzba  
 ( c ) selektívna harmonická kompenzácia

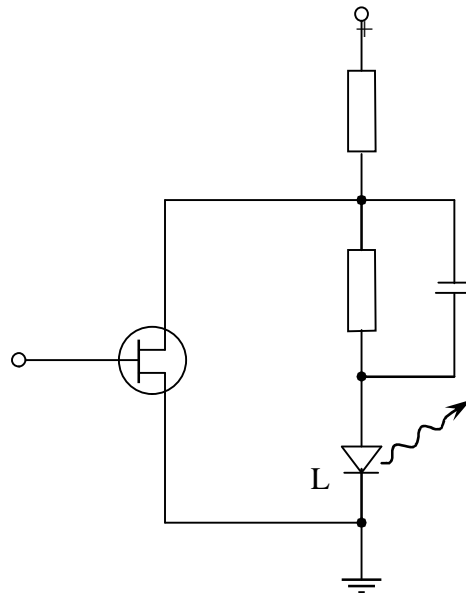
## 8.3 Budiace obvody LD

Celý rad budiacich obvodov **LED** môže byť s malými úpravami použitý aj na **budenie polovodičových laserov (LD)**

Vzhľadom na veľkosť prahového prúdu **LD** si vyžaduje iné budiace prúdy ako **LED**

**Voľba pracovného bodu** tesne pod prahom lasera je z dôvodov:

- n **Skracuje oneskorenie „zapnutia“** lasera a minimalizuje relaxačné kmity
- n Umožňuje relatívne jednoduchú **kompenzáciu zmien** vplyvom teploty okolia a starnutia
- n **Ohraničuje ohriatie priechodu** v procese spínania lasera vzhľadom na to, že budiace prúdy zapnutia a vypnutia lasera sa líšia málo

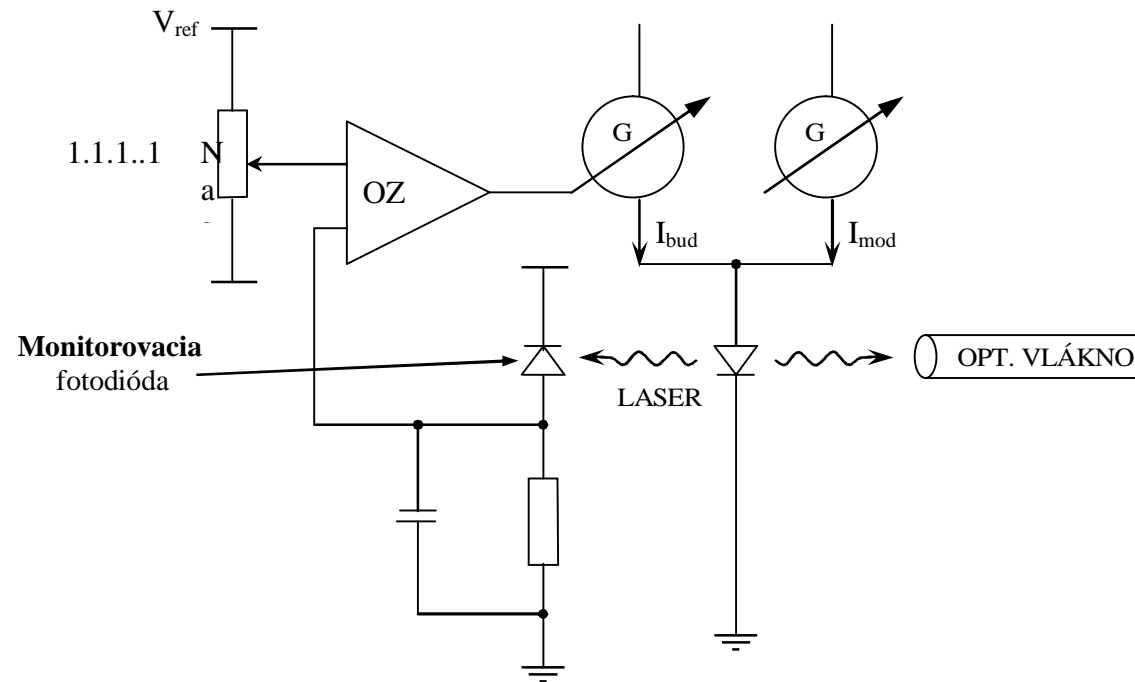


**Obr. 8.7** Jednoduchý číslicový budiaci obvod



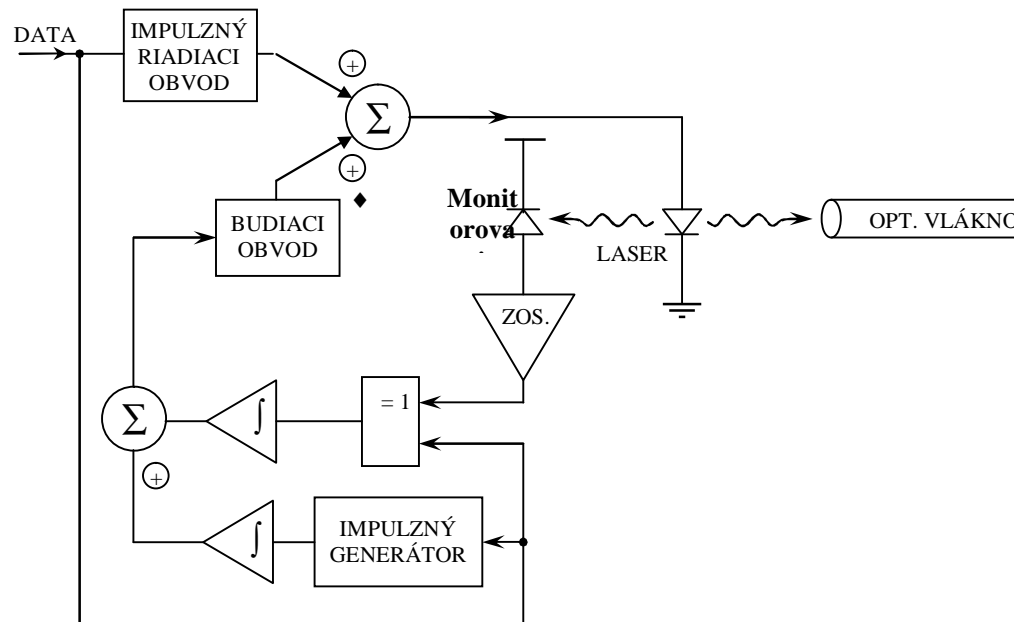
### Niektoré typy budiacich obvodov LD:

- n Budiaci obvod **LD** určený pre číslicový prenos s použitím GaAs MESFETU
- n Spínacie obvody realizované bipolárnymi tranzistormi
- n Budiaci obvod **LD** s optickou spätnou väzbou využíva obvod na stabilizáciu strednej hodnoty laserom vyžiareného optického výkonu
- n **Metóda merania oneskorenia** zopnutia
  - Umožňuje presné nastavenie prahu lasera bez závislosti od výberu lasera
  - Oneskorenie zopnutia sa určuje ako časový interval, potrebný pre nárast signálu v spätnoväzobnej slučke z nulovej hodnoty do definovanej úrovne
  - Referenčný signál je úmerný perióde oneskorenia zopnutia lasera



*Obr. 8.8 Budiaci obvod so stabilizáciou strednej hodnoty vyžiareného optického výkonu.*

# Optické komunikácie



*Obr. 8.9* Číslicový budiaci obvod LD s využitím metódy merania oneskoreného zopnutia.