

# Optoelectronică, structuri și tehnologii

Curs 12  
2015/2016

# Examen / Colocviu

- ▶ Examen
  - Sambata, S14, ora 10–11 (? **secretariat**)
- ▶ Site <http://rf-opto.etti.tuiasi.ro>
  - barem minim 7 prezente
  - lista bonus-uri acumulate

# Prezenta 21.12.2015

- ▶ min. 1 pr.  $\rightarrow$  +1 pr.
- ▶ Bonus T3  $\rightarrow$  0.5p + X

# Recapitulare

Curs 8-11

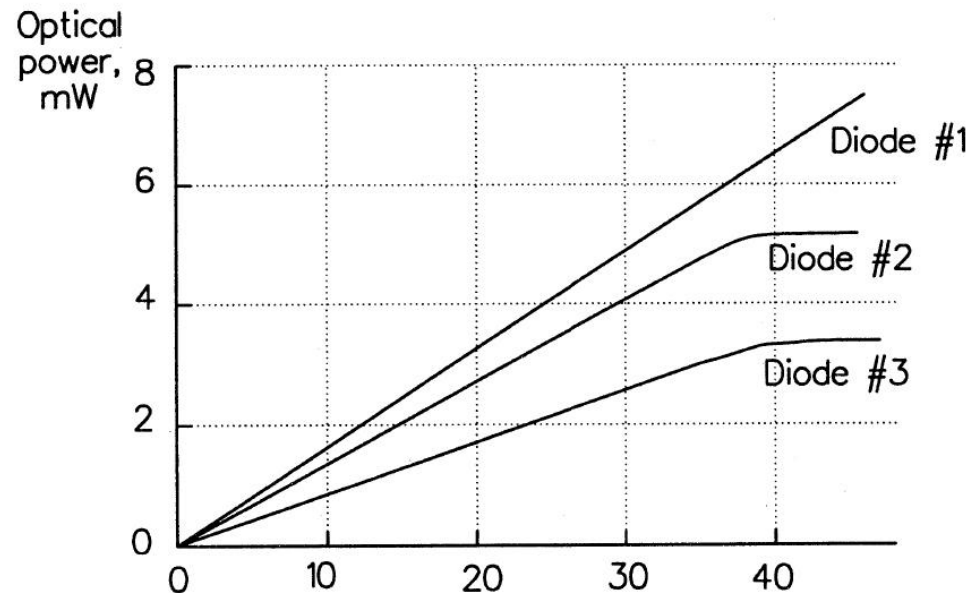
# Caracteristica de raspuns a LED-urilor

- ▶ Caracteristica putere optica emisa functie de curentul direct prin LED este liniara la nivele mici ale curentului.
- ▶ Nu exista curent de prag
- ▶ La nivele foarte mari puterea optica se satureaza

- ▶ Responzivitatea

$$r = \frac{P_o}{I} \left[ \frac{W}{A} \right]$$

- ▶ Tipic  $r = 50 \mu\text{W}/\text{mA}$



# Caracteristici curent tensiune

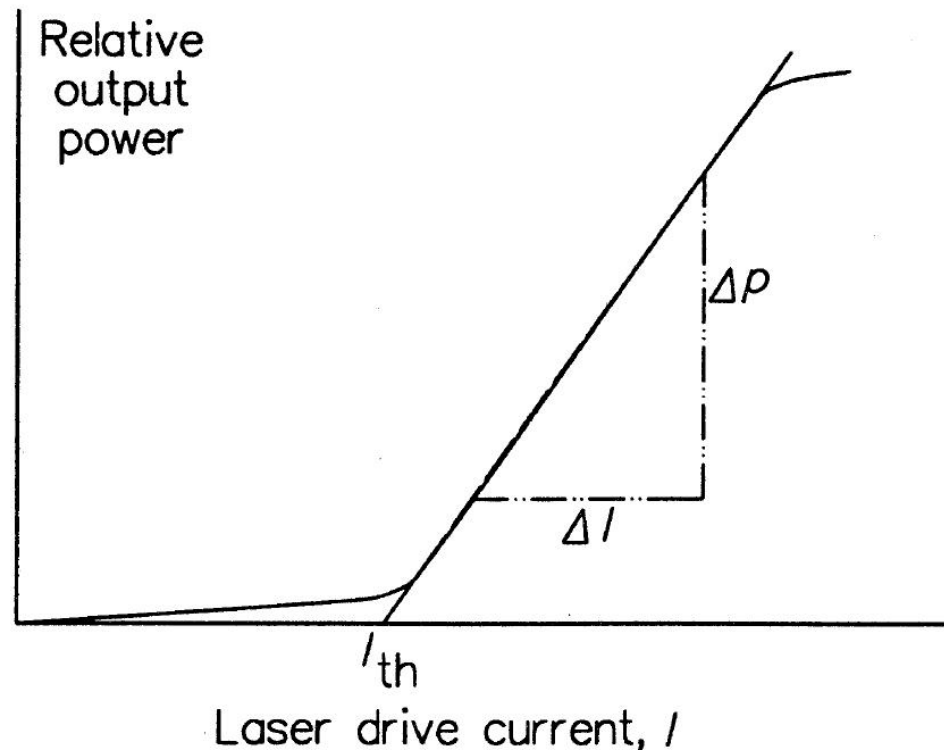
## Dioda Laser

- ▶ Amorsarea emisiei stimulate necesita pomparea unei anumite cantitati de energie – curent de prag

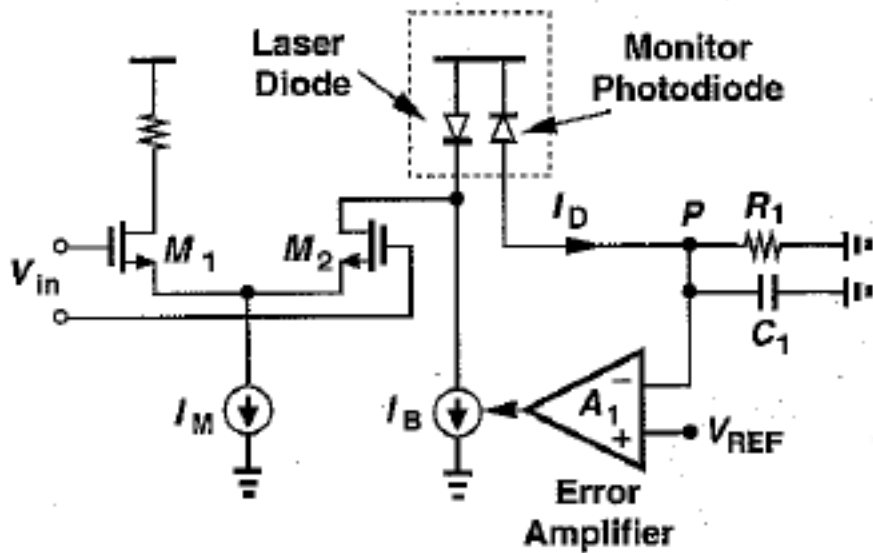
$$r = \frac{\Delta P_o}{\Delta I} \quad \left[ \frac{W}{A} \right]$$

$$I > I_{th}$$

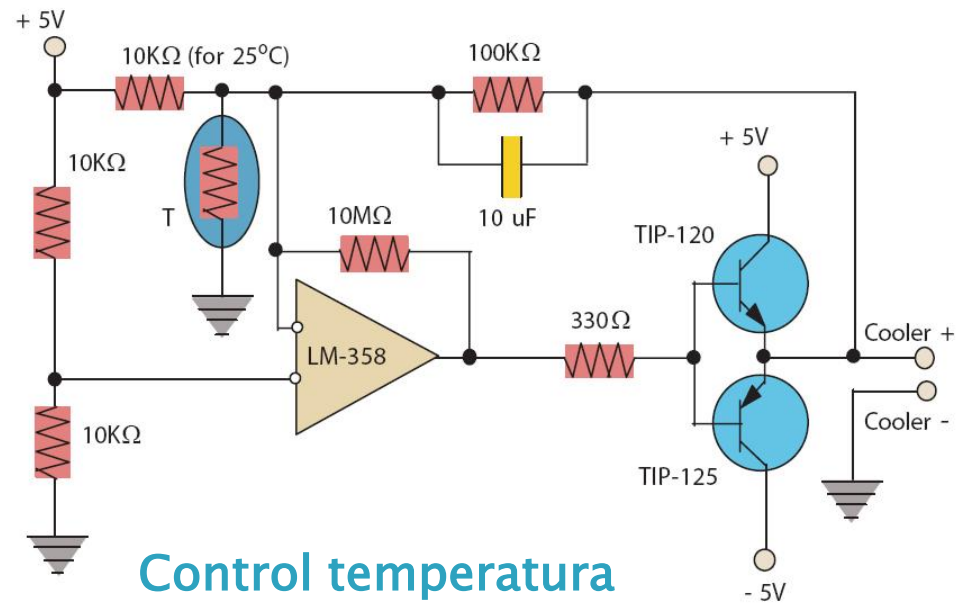
$$P_o = r \cdot (I - I_{th})$$



# Control dioda LASER

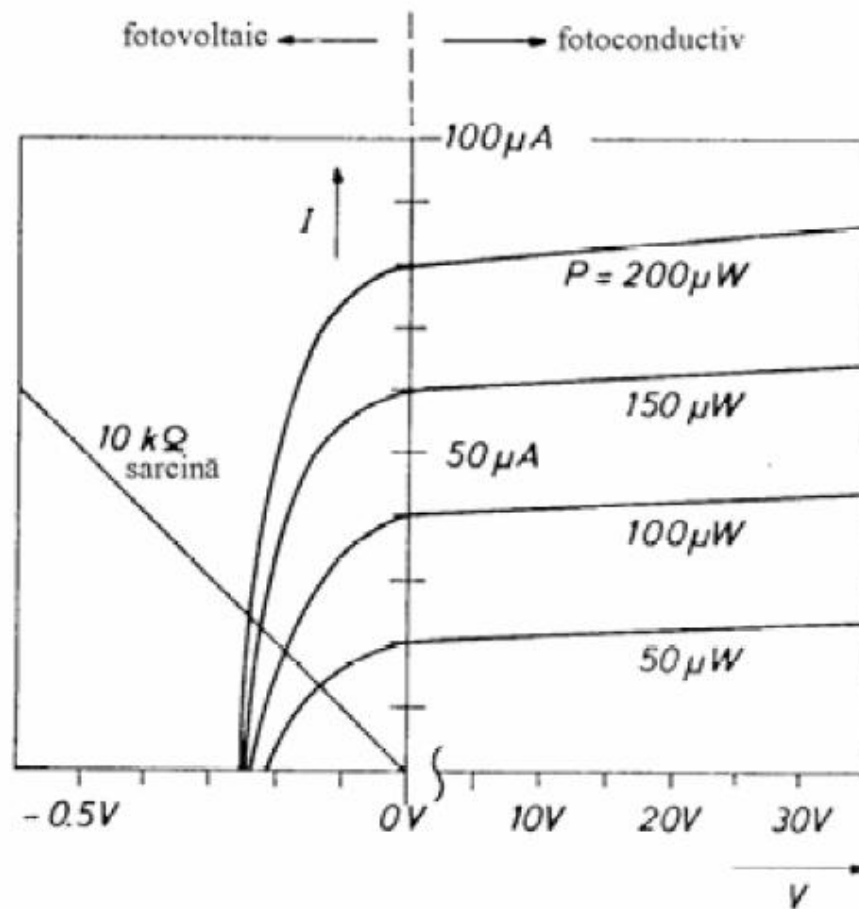


Control putere optica



Control temperatura

# Caracteristici curent/tensiune Fotodioda





# Continuare

Curs 12

# Circuite electronice pentru controlul dispozitivelor optoelectronice

Capitolul 10

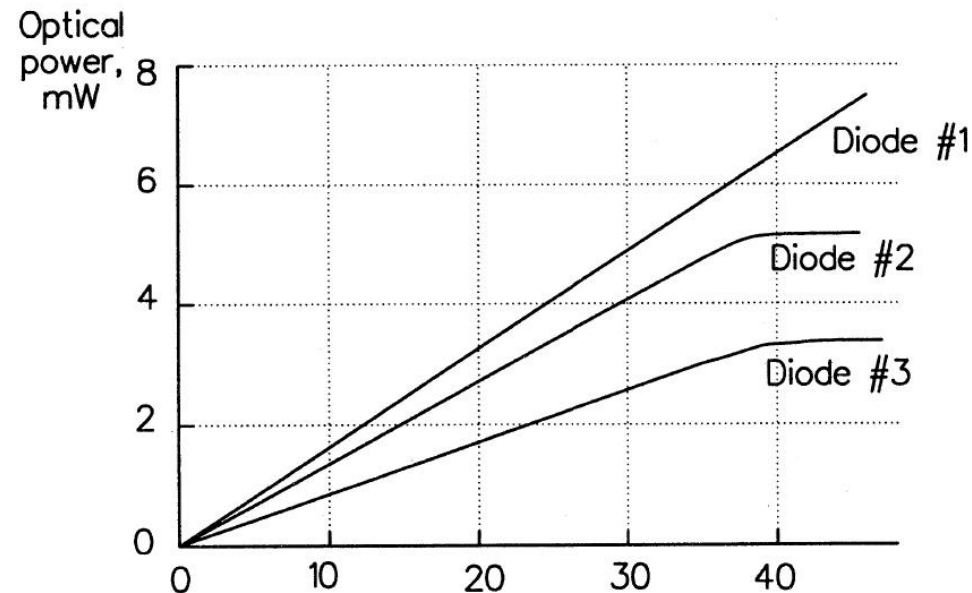
# Caracteristica de raspuns a LED-urilor

- ▶ Caracteristica putere optica emisa functie de curentul direct prin LED este liniara la nivele mici ale curentului.
- ▶ Nu exista curent de prag
- ▶ La nivele foarte mari puterea optica se satureaza

- ▶ Responzivitatea

$$r = \frac{P_o}{I} \left[ \frac{W}{A} \right]$$

- ▶ Tipic  $r = 50 \mu W / mA$



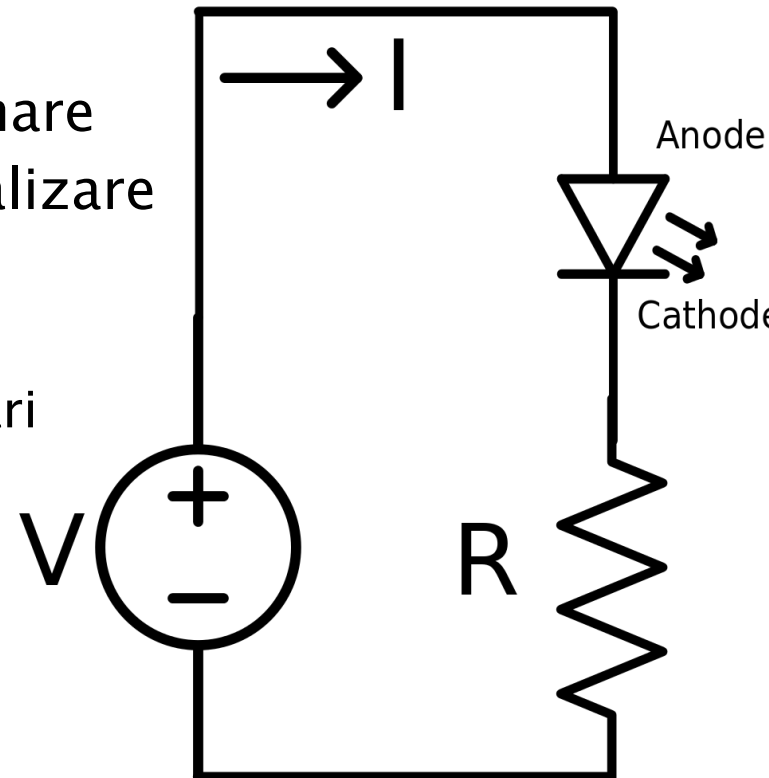
# Control static LED

## ▶ Cea mai simpla schema de control: un rezistor in serie cu LED

- **Atentie!** Tensiunea directa poate varia semnificativ ( $\gg 0.7V$ ) si trebuie preluata din catalog
  - mai ales la intensitate luminoasa mare
  - datorita materialelor diferite de realizare a LED-urilor
  - dependenta de lungimea de unda
    - mai mica la lungimi de unda mai mari

$$I_v = f(I_F [\text{mA}]) \quad [\text{cd/mcd}]$$

$$I_F = \frac{V_{cc} - V_F}{R}$$



# Control static LED



## Ultra Bright LED Lamps Round Types

Package	Part No.	Chip			Absolute Maximum Ratings				Electro-optical Data(At 20mA)			Viewing Angle 2θ 1/2 (deg)	Drawing No.
		Material Emitted Color	Peak Wave Length p(nm)	Dominant Wave Length λd(nm)	Δλ (nm)	Pd (mw)	If (mA)	Peak (mA)	Vf (V)	Iv (mcd)	Typ.		
T-1 Standard 1.0" Lead 3φ Water Clear	BL-BF43V1	GaAlAs/ DDH Super Red	660	643 ± 5	20	80	30	150	2.0	2.6	700	25	L-001
	BL-BG33V1	InGaAlP/ Yellow Green	573	571 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	700	25	
	BL-BG43V1	InGaN/SiC/ Bluish Green	505	505 ± 5	30	120	30	150	3.5	4.0	3500	24	
	BL-BG63V1	InGaN/SiC/ Green	525	525 ± 5	35	120	30	150	3.5	4.0	4000	24	
	BL-BJ23V1	InGaAlP/ Super Orange	620	615 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	1700	25	
	BL-BJ33V1	InGaAlP/ Super Orange	630	625 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	1100	25	
	BL-BJ63V1	InGaAlP/ Super Orange	610	605 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	1500	25	
	BL-BJ73V1	InGaAlP/ Super Orange	630	625 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	1500	25	
	BL-BJH3V1	InGaAlP/ Super Orange	630	625 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	2500	25	
	BL-BJG3V1	InGaAlP/ Super Orange	630	625 ± 5	17	100	30	150	2.2	2.6	3000	25	
	BL-BK43V1	InGaAlP/ Super Yellow	590	587 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	1600	25	
	BL-BK53V1	InGaAlP/ Super Yellow	595	594 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	1500	25	
	BL-BK73V1	InGaAlP/ Super Yellow	595	594 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	2000	25	
	BL-BK83V1	InGaAlP/ Super Yellow	590	587 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	2000	25	
	BL-BKH3V1	InGaAlP/ Super Yellow	590	587 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	2500	25	
	BL-BKG3V1	InGaAlP/ Super Yellow	590	587 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	3000	25	
BL-BF43V4V	GaAlAs/ DDH Super Red	660	643 ± 5	20	80	30	150	2.0	2.6	1200	15		
BL-BG33V4V	InGaAlP/ Yellow Green	573	571 ± 5	15	100	30	150	2.2	2.6	1100	15		
BL-BG43V4V	InGaN/SiC/ Bluish Green	505	505 ± 5	30	120	30	150	3.5	4.0	6000	24		
BL-BG63V4V	InGaN/SiC/ Green	525	525 ± 5	35	120	30	150	3.5	4.0	5600	24		

3.5	4.0	3500
3.5	4.0	4000
2.2	2.6	1700
2.2	2.6	1100

### ◆ Electro-Optical Characteristics

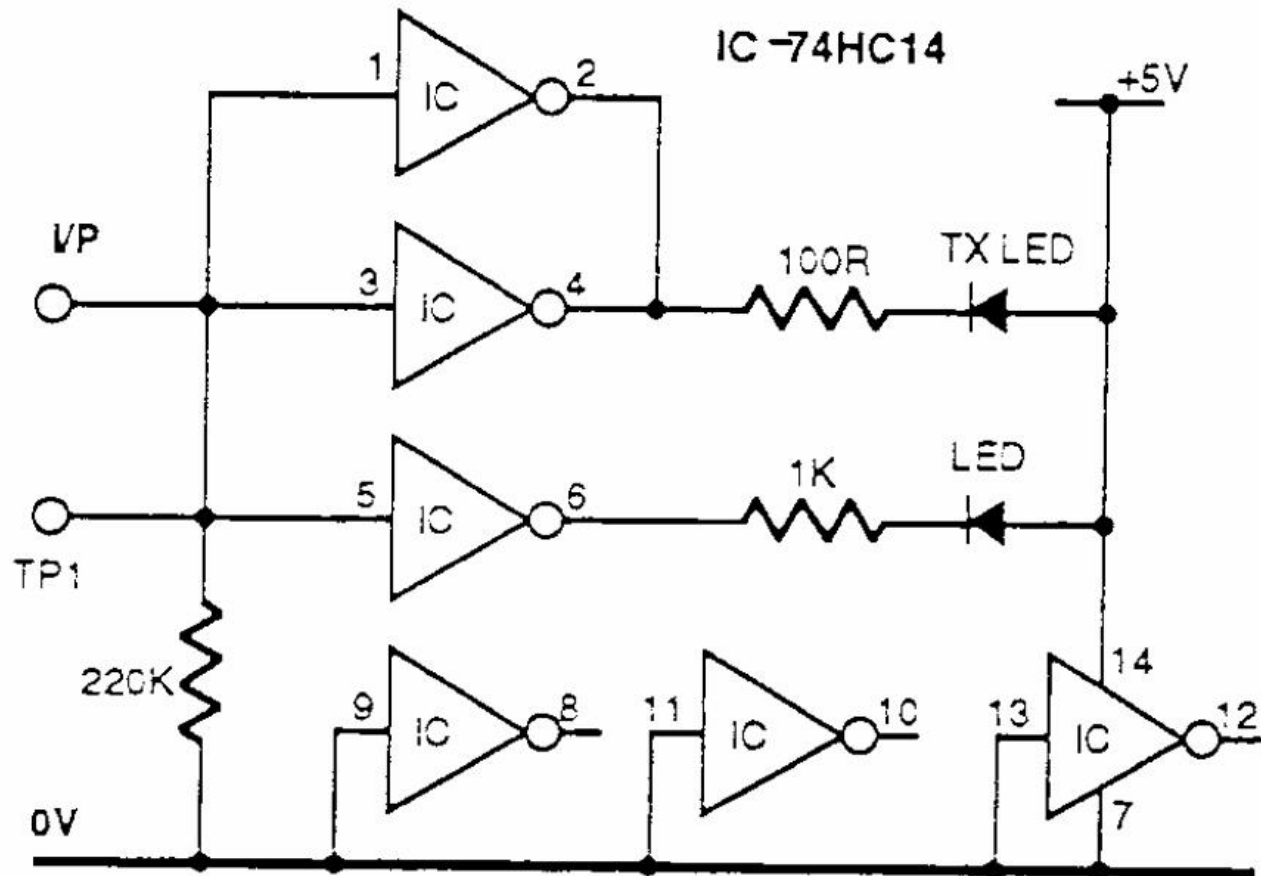
Item	Symbol	Condition	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Forward Voltage	V <sub>F</sub>	I <sub>F</sub> = 240 mA		19.0		V
Brightness	I <sub>v</sub>	I <sub>F</sub> = 240 mA		13		cd
Total Radiated Power	P <sub>o</sub>	I <sub>F</sub> = 240 mA		60		mW

# Control dinamic LED

- ▶ Variatii mici ale tensiunii (mai ales in jurul tensiunii de deschidere) pot duce la varii mari ale curentului
- ▶ Se prefera de multe ori controlul in curent al LED-ului

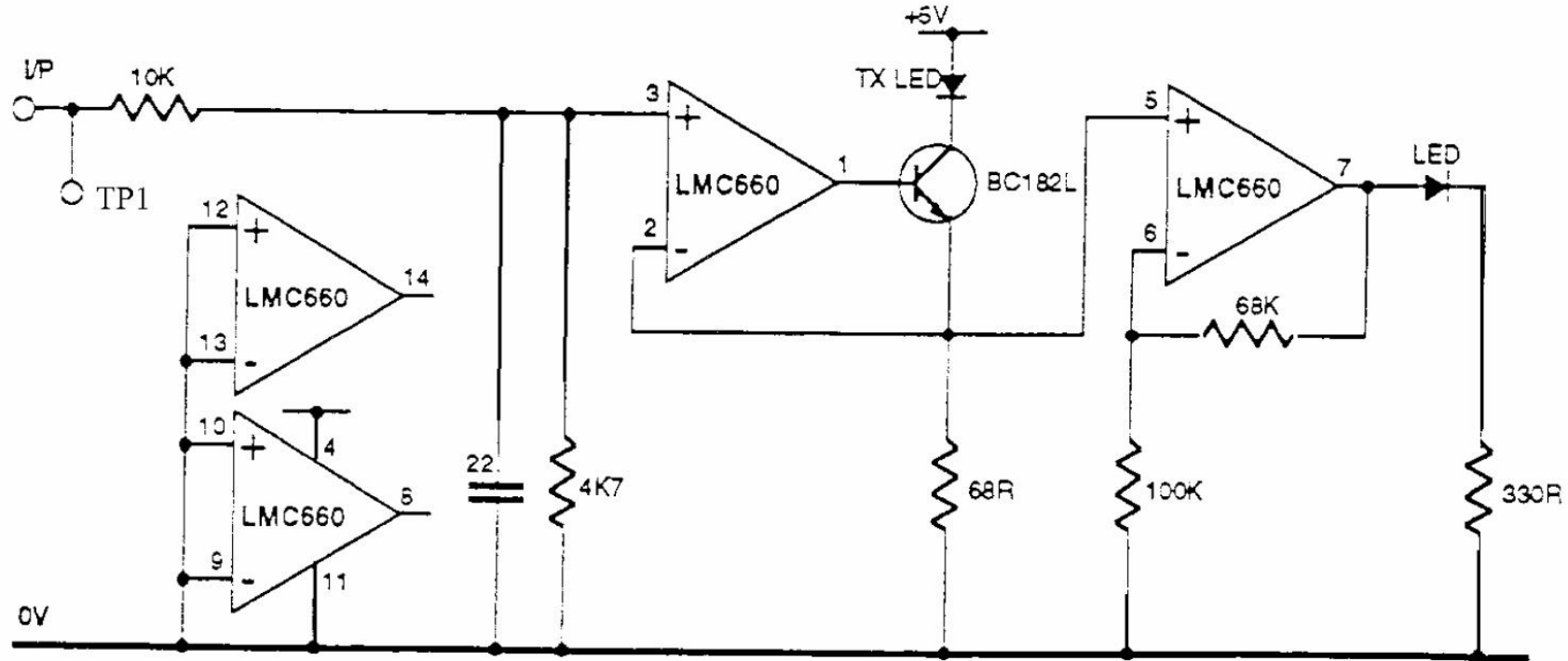
# Control dinamic LED, Lab 1

- ▶ Control in tensiune
  - Schema electrică a emițătorului în impuls



# Control dinamic LED, Lab 1

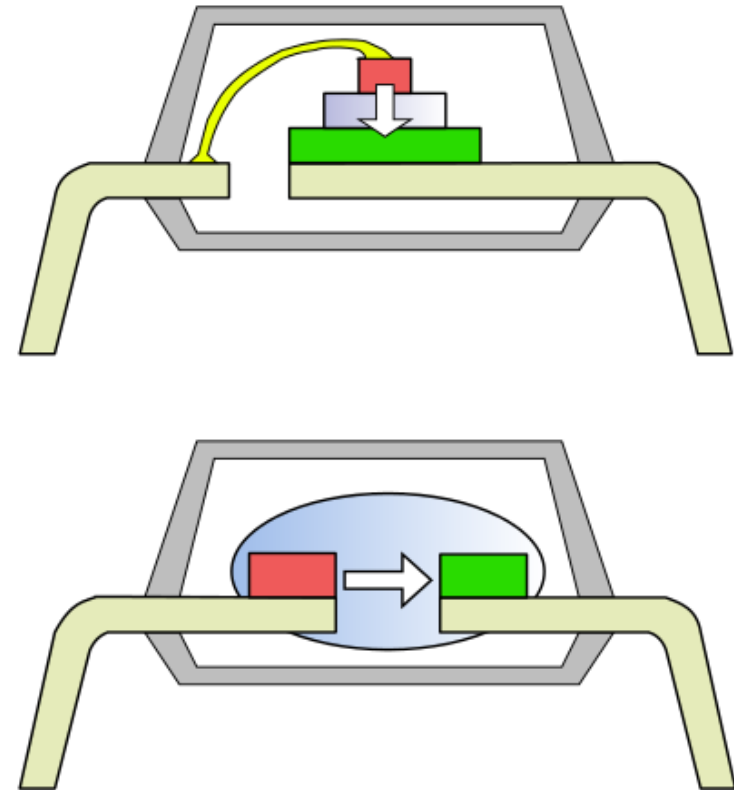
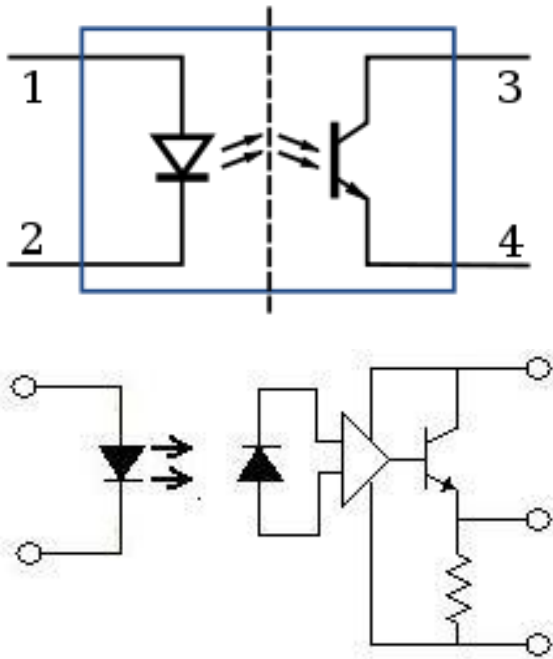
- ▶ Control in curent
  - Schema electrică a emițătorului optic analogic





# Optocuploare

- ▶ utilizate pentru a oferi izolare electrica intre doua sectiuni ale unui circuit
  - izolarea portiunii de comanda si/sau masura de partea de “forta” a circuitului



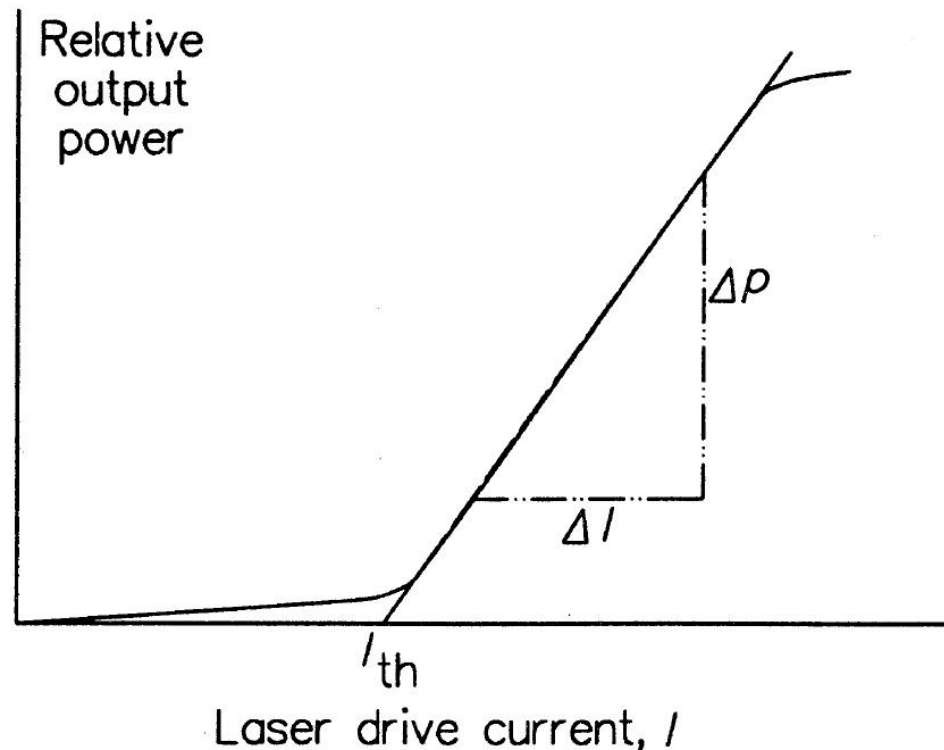
# Dioda Laser

- ▶ Amorsarea emisiei stimulate necesita pomparea unei anumite cantitati de energie – curent de prag

$$r = \frac{\Delta P_o}{\Delta I} \quad \left[ \frac{W}{A} \right]$$

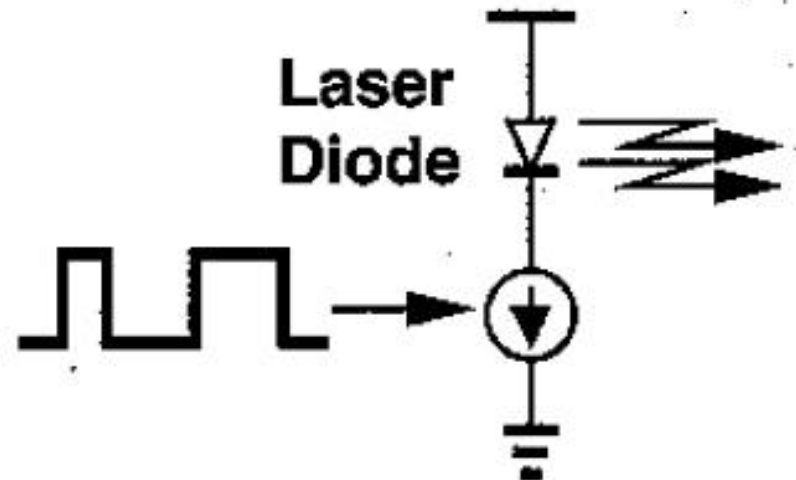
$$I > I_{th}$$

$$P_o = r \cdot (I - I_{th})$$



# Dioda LASER

- ▶ Ca și în cazul LED, pentru DL intensitatea luminoasă emisă este o funcție de curentul prin dioda
  - aproape exclusiv, DL sunt controlate în curent
  - controlul în curent are avantajul unei viteze mai mari de lucru



# Dioda LASER

- ▶ Cerinte pentru driver-ele de diode laser
  - viteza mare de basculare pentru minimizarea interferentei intersimbol
  - curent mare de iesire
  - capacitatea de a rezista la variatiile de tensiune pe dioda Laser
- ▶ Cerintele sunt dificil de respectat deoarece sunt contradictorii
  - viteza mare presupune micșorarea dimensiunii componentelor
  - micșorarea dimensiunii
    - scade tensiunea de strapungere
    - scade capabilitatea de curent/putere disipata

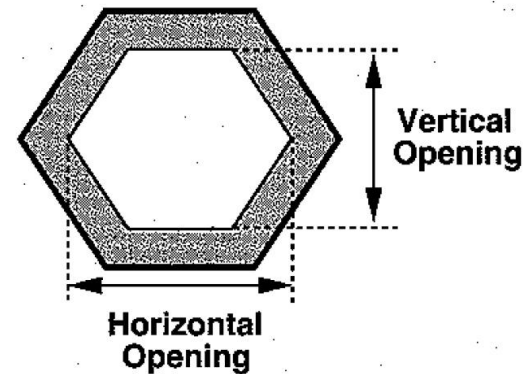
# Caracteristici driver-e DL

## ▶ Viteza

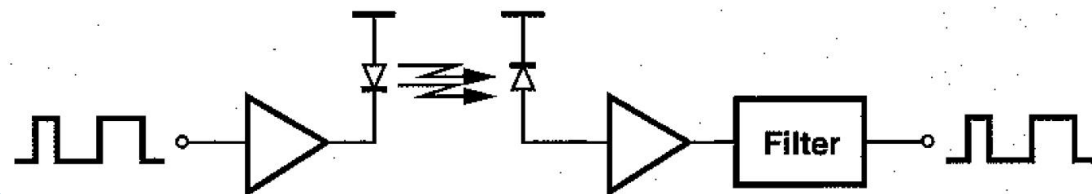
- caracterizata de timpii de crestere si de cadere
- suma acestora trebuie sa fie mult mai mica decat perioada de bit la viteza nominala de lucru

## ▶ Testarea vitezei de lucru

- standardizata
- “eye diagram”



(a)

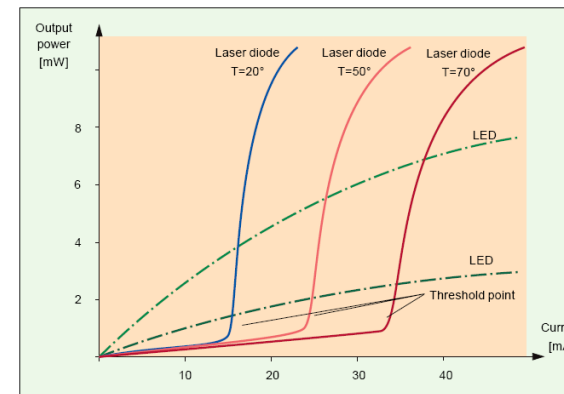


(b)

# Caracteristici driver-e DL

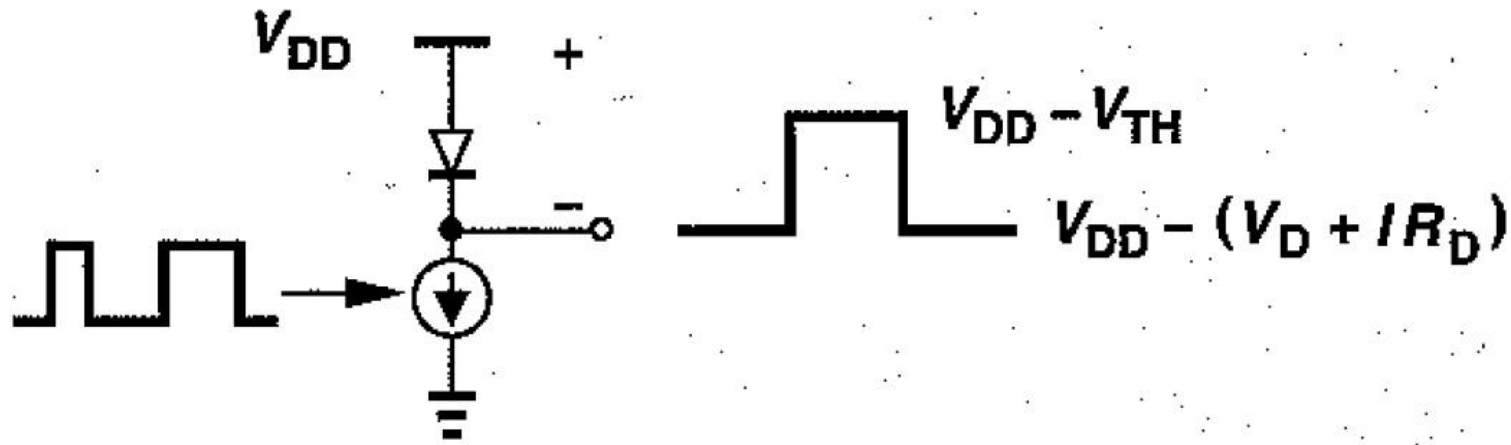
## ▶ Curent de iesire

- laserele trebuie polarizate in vecinatatea pragului, astfel incat o mica variatie de curent sa poata deschide dioda
- driver-ele de DL trebuie sa poata furniza:
  - un curent de “polarizare”
  - un curent de “modulatie”
- Curentul de “polarizare” (~ de prag) variaza cu temperatura si varsta diodei extrem de mult
- Curentul de “modulatie” (semnal) nu depinde de aceste elemente deoarece pentru DL
  - pragul depinde de temperatura si varsta
  - panta este aproximativ constanta



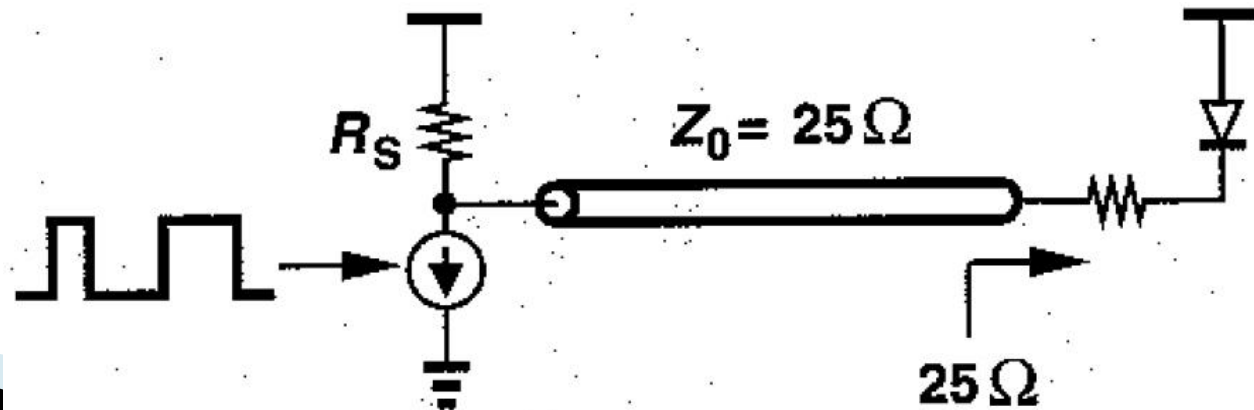
# Caracteristici driver-e DL

- ▶ Variatii de tensiune pe dioda LASER
  - generate de variatiile mari de curent si rezistenta interna a diodei



# Caracteristici driver-e DL

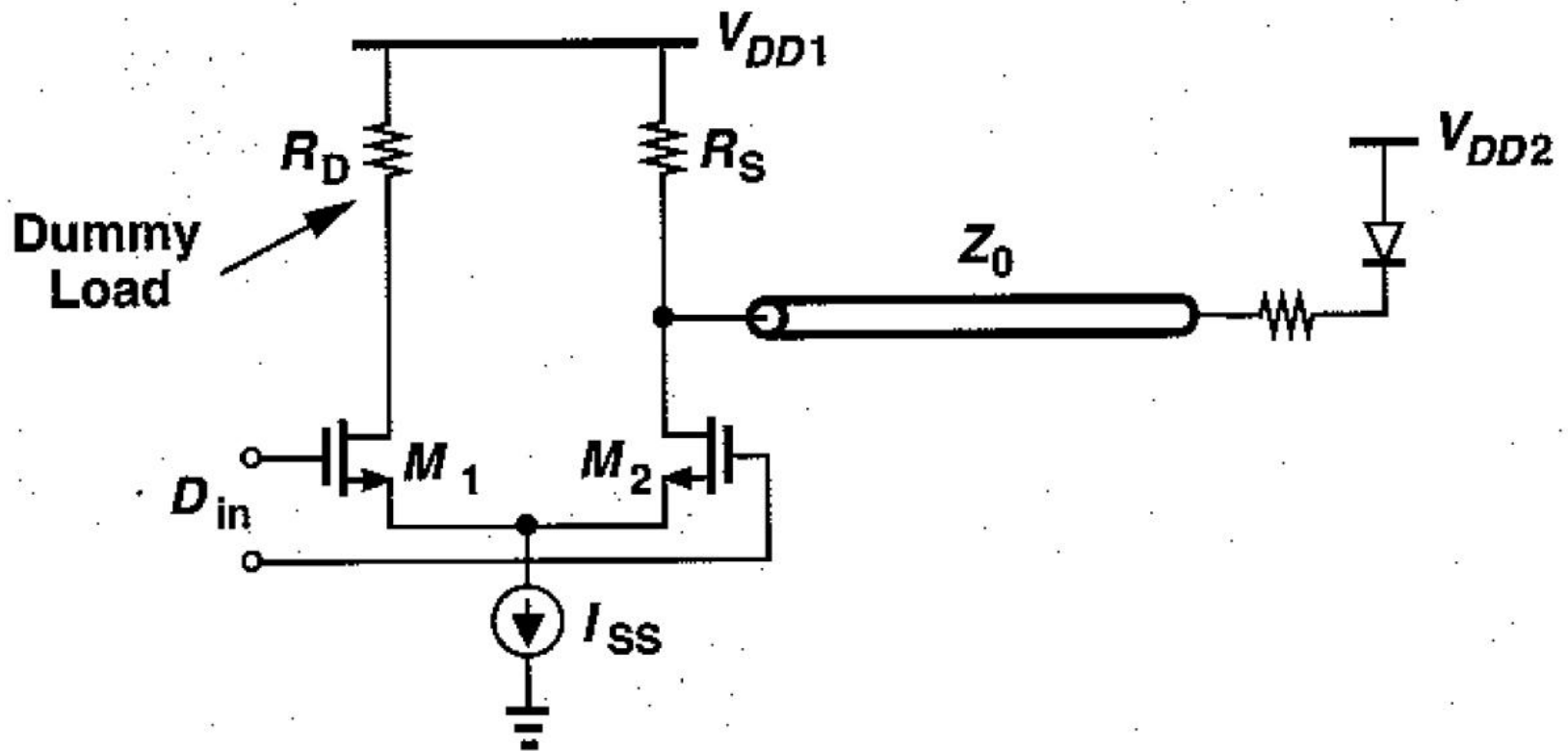
- ▶ Impedante de intrare si iesire
- ▶ Se lucreaza la viteze mari (1 Gb/s, 10 GB/s)
  - se aplica considerente de proiectare a circuitelor de microunde
  - Intrarea in amplificator are tipic o impedanta de  $50\Omega$
  - Iesirea trebuie adaptata la impedanta diodei Laser
    - daca aceasta impedanta e prea mica, se creste la valori adecvate ( $\sim 25\Omega$ ) prin introducerea unui rezistor in serie





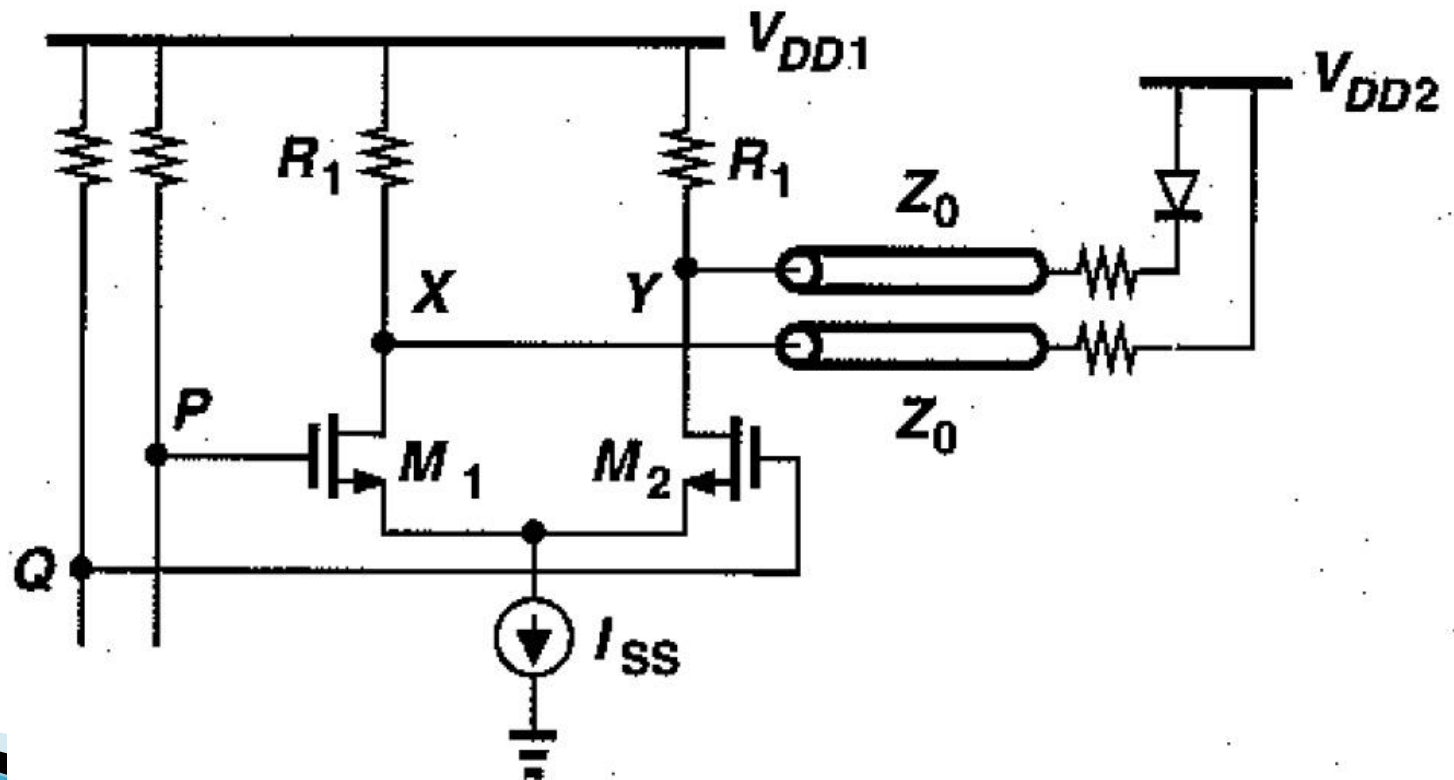
# Principii de proiectare

- ▶ Tipic etajul de iesire se realizeaza diferential



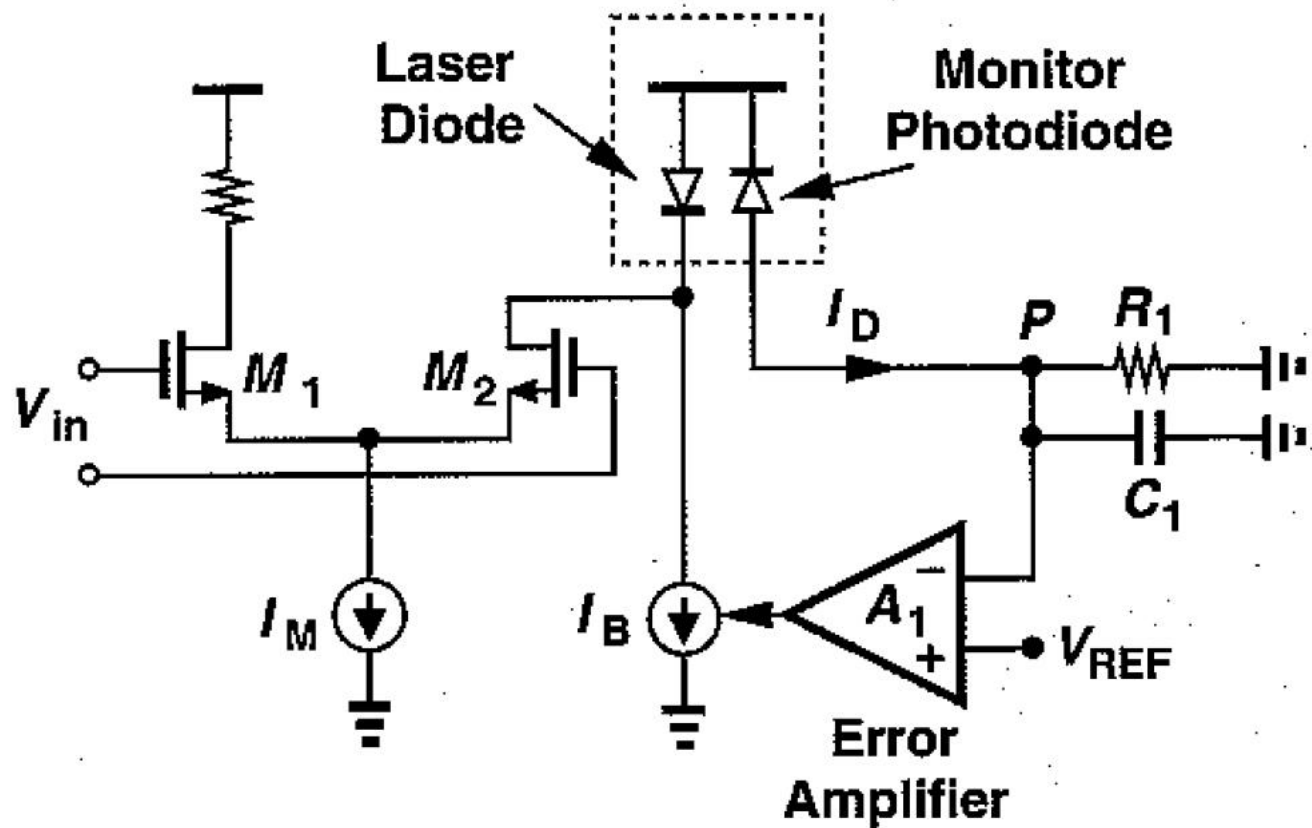
# Principii de proiectare

- ▶ La viteze mari se utilizeaza tipic tranzistoare unipolare si etajul diferential se realizeaza simetric



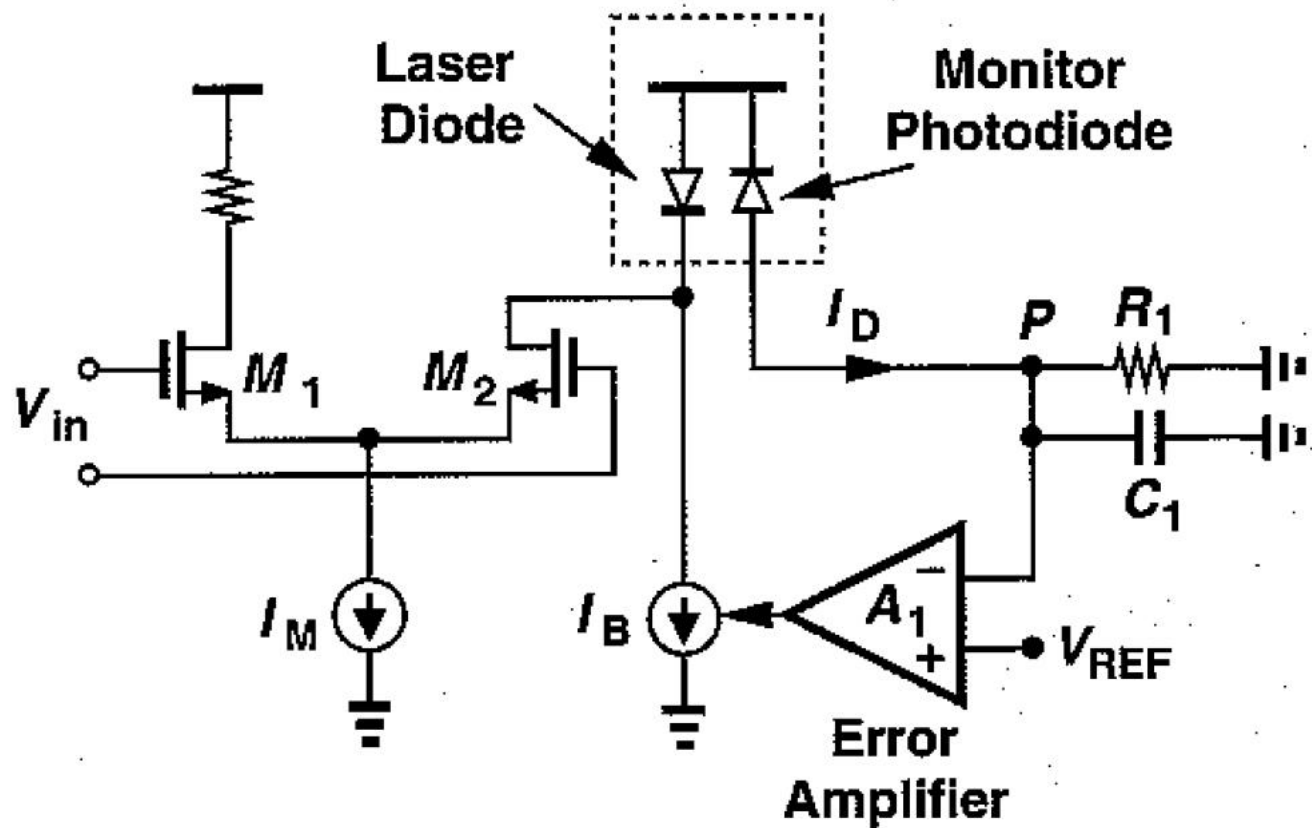
# Controlul puterii in DL

- ▶ Necesara datorita variatiei curentului de “polarizare”



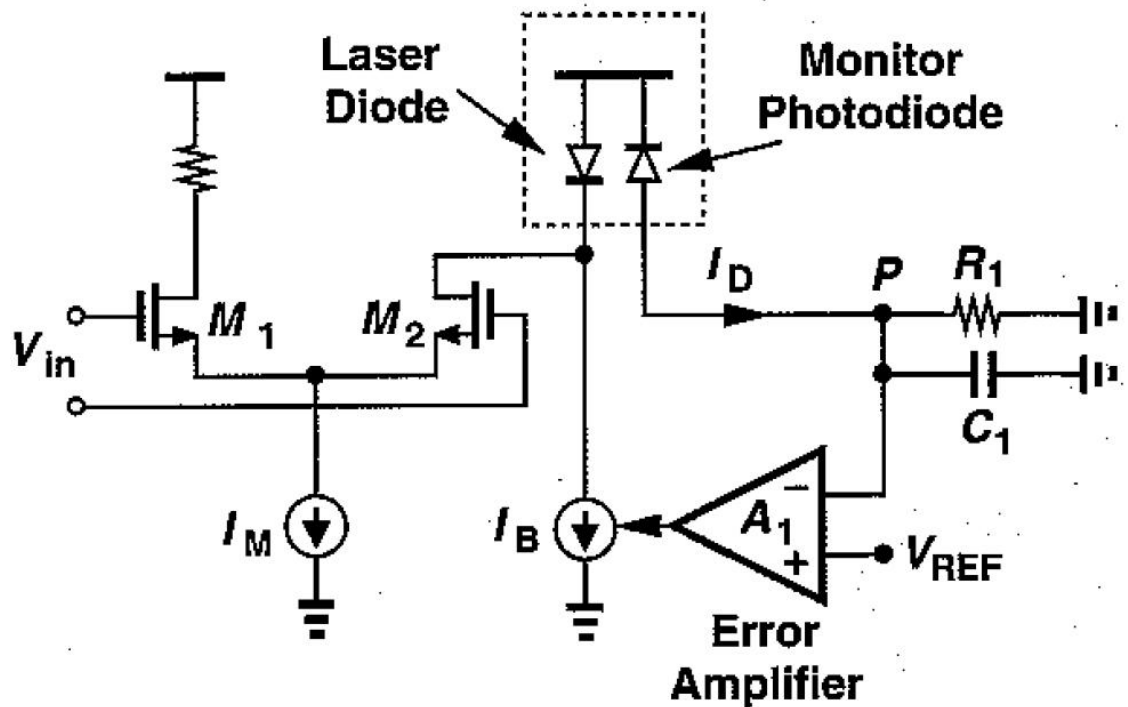
# Controlul puterii in DL

- ▶ circuitul RC din schema de reglaj a curentului de polarizare realizeaza o filtrare trece sus a semnalului



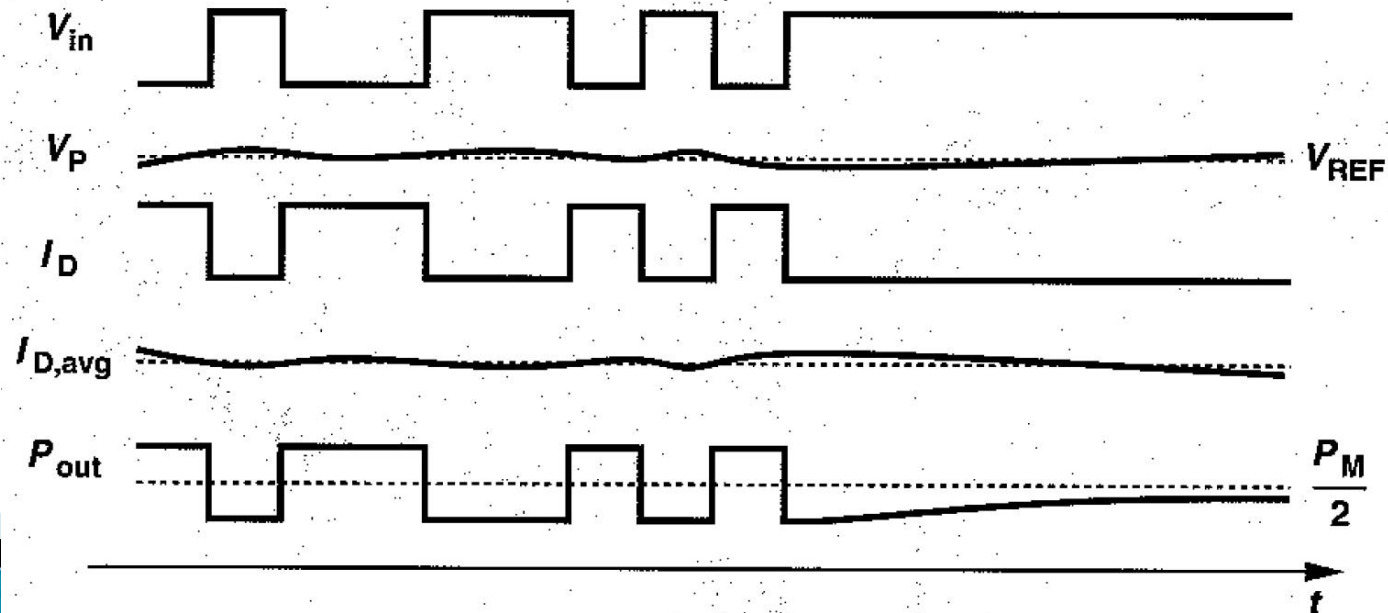
# Controlul puterii in DL

- ▶ La frecvente prea mici de lucru bucla de reatie e suficient de rapida pentru a urmari si anula curentul de semnal

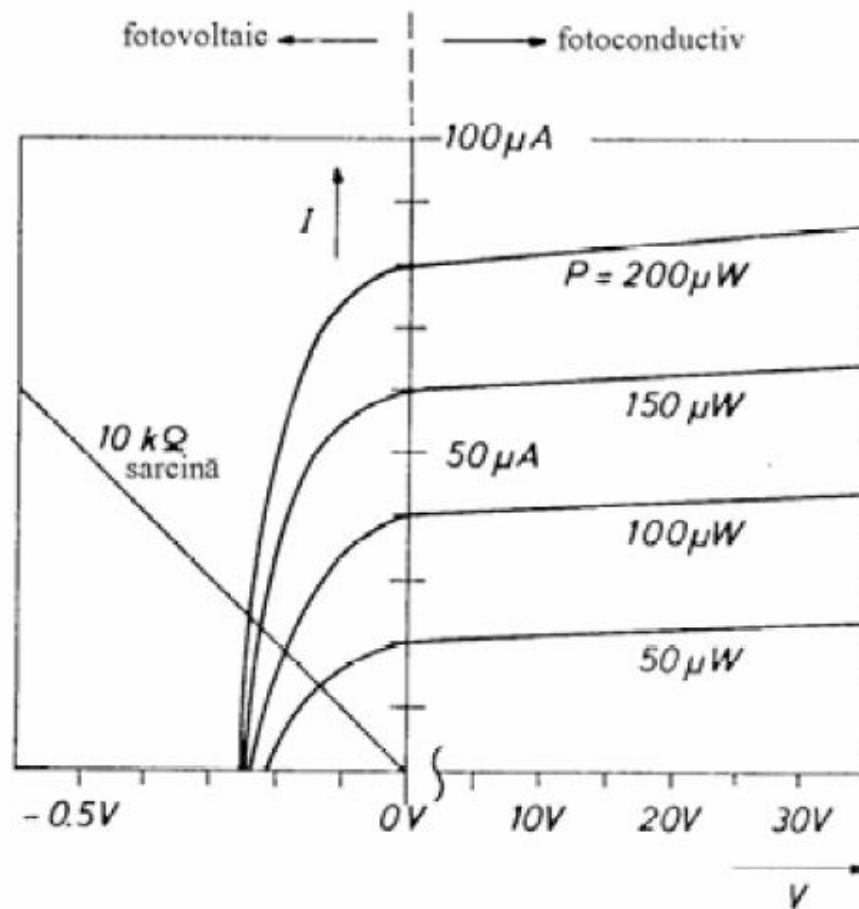


# Controlul puterii in DL

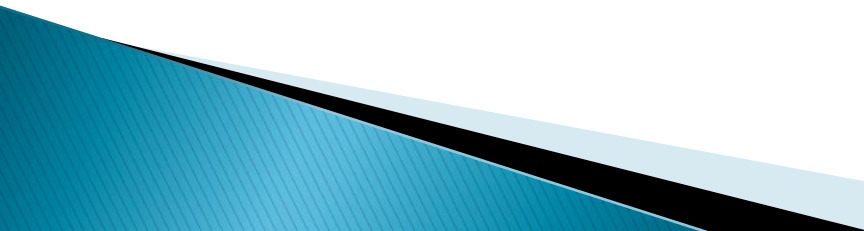
- ▶ Bucla de reactie are efect si in cazul unei suite lungi de biti 1 transmisi
  - In acest caz, la limita curentul emis de dioda laser in starea OFF ajunge jumătate din curentul corespunzator starii ON
  - Capacitatea de filtrare din bucla trebuie aleasa mare pentru a minimiza acest efect
  - daca valoarea e prea ridicata e necesara o capacitate externa circuitului integrat



# Caracteristici curenț/tensiune Fotodioda



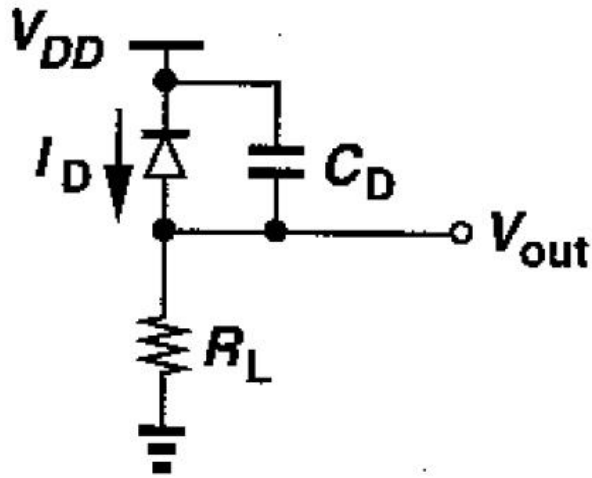
# Amplificatoare transimpedanta

- ▶ Fotodiodele genereaza un curent proportional cu puterea optica receptionata
  - ▶ Primul pas necesar este conversia acestui curent la o tensiune
  - ▶ Amplificatoarele transimpedanta sunt amplificatoarele atacate in curent si care ofera la iesire o tensiune proportionala cu acesta
  - ▶ Amplificarea este masurata in  $\Omega$  ( $k\Omega$ )
- 

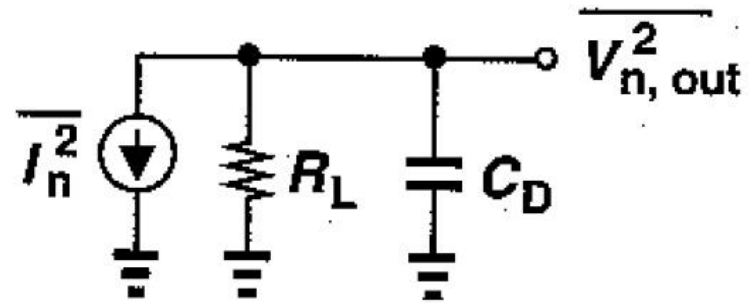


# Amplificatoare transimpedanta

- ▶ Cel mai simplu amplificator transimpedanta este un rezistor



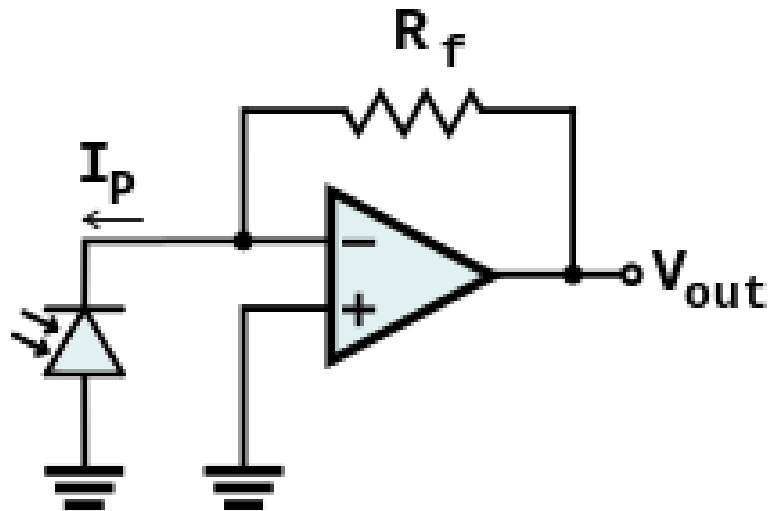
(a)



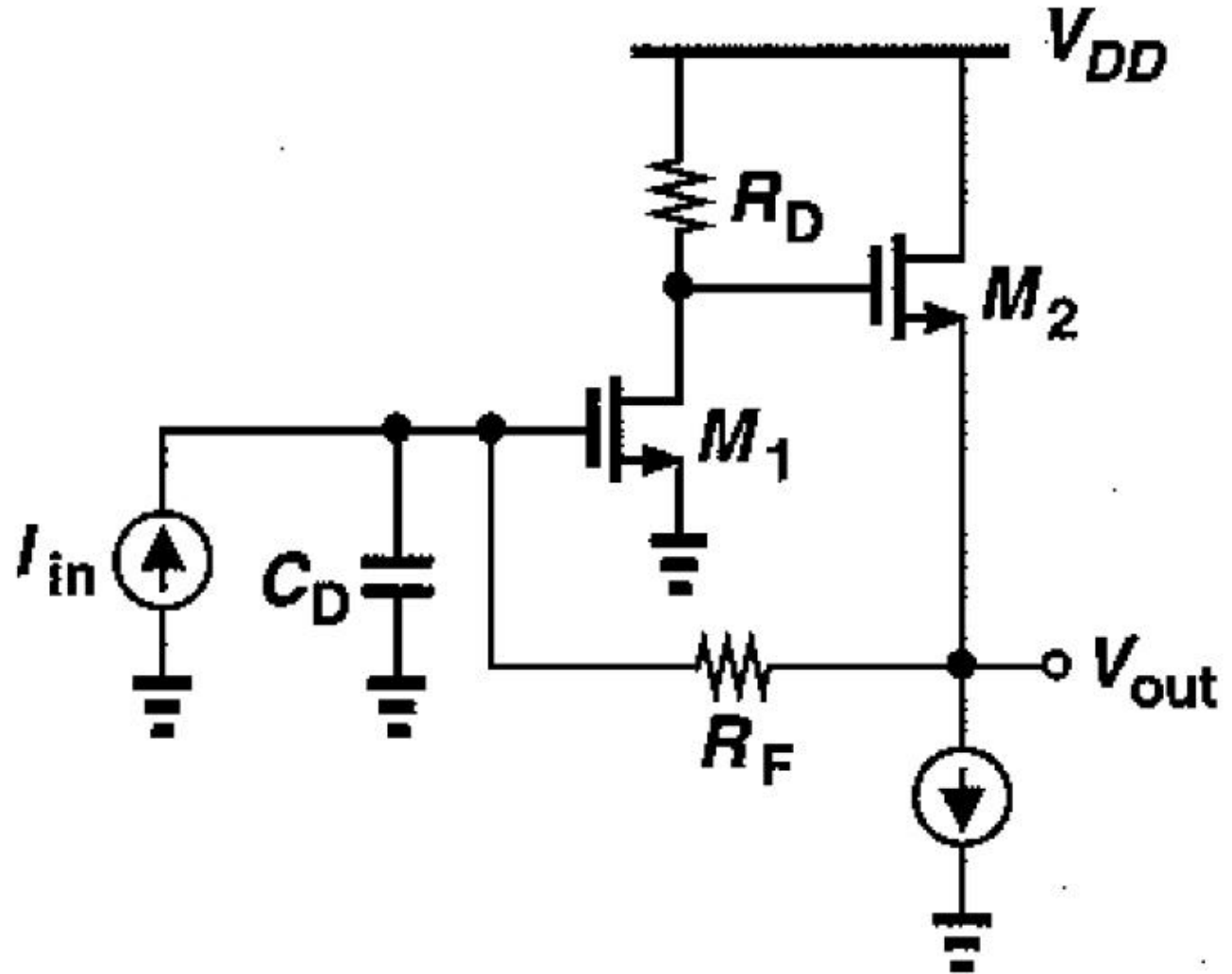
(b)

# Amplificatoare transimpedanta

- ▶ Trebuie realizat un compromis intre
  - zgomot
  - castig
  - viteza
- ▶ De obicei sunt realizate cu reactie



# Amplificatoare transimpedanta



# Contact

- ▶ Laboratorul de microunde si optoelectronica
- ▶ <http://rf-opto.etti.tuiasi.ro>
- ▶ [rdamian@etti.tuiasi.ro](mailto:rdamian@etti.tuiasi.ro)