

### PHOTODIODE = CAPTEUR

$V_p$  : tension de polarisation  
 $I_{phD}$  : courant proportionnel au flux lumineux

$$I_{photo} = S_{\lambda} \cdot \eta \cdot \Phi_{photo}$$

Sensibilité spectrale (A/W) | Flux lumineux (W) | Rendement quantique

### CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

diode | cellule photovoltaïque | capteur

### SYSTÈME DE PHOTODÉTECTION

```

    graph LR
    Phi_t["Φ(t)"] --> PHOTODIODE
    subgraph PHOTODIODE
    direction LR
    I_photot["I_phot(t)"]
    end
    PHOTODIODE --> MISE_EN_FORME
    subgraph MISE_EN_FORME
    direction LR
    Vs_t["V_s(t)"]
    end
    MISE_EN_FORME --> Vs_t
  
```

$\Phi(t) = \Phi_{cst} + \Phi_{ph}(t) \rightarrow I(t) = I_{cst} + i_{ph}(t)$

$\Phi_{cst}$  = flux constant  
 $\Phi_{ph}(t)$  = flux dépendant du temps

$V(t) = V_{cst} + v_{ph}(t)$

**Photodiode** : capteur permettant de mesurer un flux lumineux et de le convertir en courant

**Mise en forme** : étage de conversion d'une grandeur électrique vers une autre grandeur électrique plus facilement mesurable (amplification, filtrage...)

### MONTAGE « SIMPLE »

$$V_S = R_{PHD} \cdot I_{photo}$$

- Bande-passante limitée
- Capacité intrinsèque de la photodiode
- Sensible à l'impédance d'entrée du montage aval / système de mesure

**Attention** : tension de polarisation non constante !

$$V_{PHD} = V_{CC} - V_S \quad \text{avec } V_S \text{ dépendant du flux lumineux}$$

### MODÈLE DU SYSTÈME DE MESURE

$$\frac{V_S}{I_{phD}} = \frac{R_{eq}}{1 + j \cdot \omega \cdot R_{eq} \cdot C_{eq}}$$

Avec :

$$R_{eq} = \frac{R_{phD} \cdot R_e}{R_{phD} + R_e}$$

$$C_{eq} = C_{phD} + C_e$$

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{eq} \cdot C_{eq}}$$

$R_e$  : résistance d'entrée du système de mesure (oscilloscope, multimètre...)  
 $C_e$  : capacité d'entrée du système de mesure (câble coaxial, oscilloscope...)

Simulation sous Matlab avec :  
 $R_e = 100M / C_{phD} = 70pF / C_e = 120pF$

### MONTAGE TRANSIMPÉDANCE

$$V_S = R_T \cdot I_{photo}$$

- + Bande-passante améliorée
- + Moins sensible à la capacité intrinsèque de la photodiode
- + Tension de polarisation fixe

- Montage plus « complexe » ALI et alimentations
- Apparition d'une résonance Gain-peaking / ALI

### MODÈLE DU SYSTÈME DE MESURE

$$\frac{V_S}{I_{phD}} = \frac{R_T \cdot A_0}{\left(1 + \frac{j \cdot \omega}{\omega_0}\right) \cdot \left(1 + \frac{j \cdot \omega}{\omega_c}\right) + A_0}$$

En utilisant le modèle du premier ordre pour l'amplificateur intégré ( $A_0, \omega_0$ )

**Gain-peaking** :  $f_T = \sqrt{f_c \cdot GBP}$  avec  $f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{PHD} \cdot C_{PHD}}$

Simulation sous Matlab avec :  
 $R_e = 100M / C_{phD} = 70pF / C_e = 120pF$