

Détecteurs et bruit

Cours :

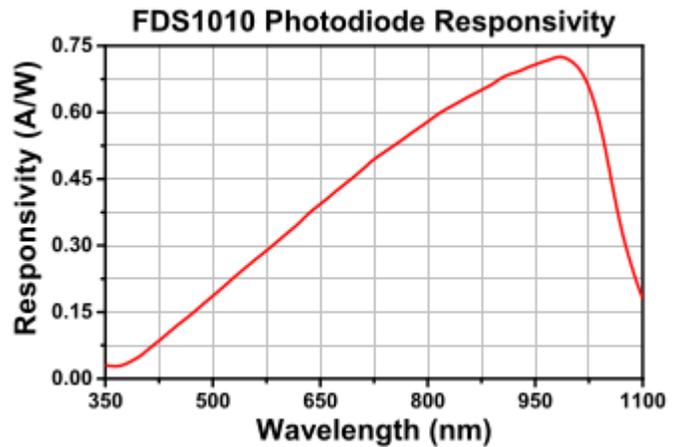
- La photodiode PIN
 - Efficacité quantique
 - Réponsivité
 - Sensibilité
 - Bande passante
 - Temps de montée
 - Amplificateur transimpédance
- Bruit
 - Bruit quantique / bruit de grenaille (shot noise)
 - Courant d'obscurité (Dark current)
 - Bruit thermique
 - Puissance équivalent du bruit (NEP, noise equivalent power)
 - Bruit instrumental / bruit $1/f$
- Loi d'accumulation d'erreurs
- Autres détecteurs
 - Pyroélectrique
 - La photodiode à avalanche (APD, avalanche photodiode)
 - Photomultiplicateur

Exercice 1 : Photodiode PIN et bruit

Specifications

Specification		Value
Wavelength Range	λ	350 - 1100 nm
Peak Wavelength	λ_0	970 nm
Responsivity	$\mathfrak{R}(\lambda)$	0.725 A/W
Active Area		100 mm ²
Rise/Fall Time ($R_L=50 \Omega$, 5 V)	t_r/t_f	65 ns
NEP, Typical (970 nm, 5 V)	W//Hz	2.07×10^{-13}
Dark Current (5 V)	I_d	600 nA (Max.)
Capacitance (5 V)	C_j	375 pF (Typ.)
Package		Ceramic
Sensor Material		Si

Maximum Rating	
Max Bias (Reverse) Voltage	25 V
Reverse Current	10 mA
Operating Temperature	-10 to 60 °C
Storage Temperature	-20 to 70 °C



Un faisceau avec une puissance optique de $10 \mu\text{W}$ et longueur d'onde $\lambda = 970 \text{ nm}$ est incident sur un détecteur avec les spécifications ci-dessus. On mesure le photocourant avec un temps de mesure $\Delta t_{\text{acq}} = 1 \mu\text{s}$.

- Calculer le photocourant résultant
- Quelle est la bande-passante de la mesure ?
- Calculer le bruit quantique σ_{shot} (« shot noise », « bruit de grenaille ») sur le photocourant.
- Calculer le bruit σ_{dark} du au « dark current »
- Calculer la R_L qui donne $\tau_{\text{RC}} = \Delta t_{\text{acq}}$.
- Calculer le bruit thermique σ_T provenant de R_L .

Si la puissance optique incidente sur le détecteur vient d'une source instable avec bruit $\sigma_{\text{laser}} = 0.1 \mu\text{W}$

- Utiliser la loi de propagation d'erreurs pour trouver le bruit associé sur le photocourant

On s'imagine que pour mesurer une quantité on a besoin de calculer la différence entre deux courants mesuré: $\Delta I = I_2 - I_1$, où $I_1 = 10.0 \mu\text{W} \pm 0.1 \mu\text{W}$ et $I_2 = 10.5 \mu\text{W} \pm 0.1 \mu\text{W}$.

- Calculer ΔI et le bruit associé σ .