

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT EEA



PERCEPTION POUR LA ROBOTIQUE DISTANCMÈTRES

PRÉSENTÉ PAR : MEDDOUR LINA

01 OCTOBRE 2025

SOMMAIRE

1 Introduction

2 Distancemètre

3 Principe de
fonctionnement

4

Distancemètre dans la
robotique

5

Conclusion

INTRODUCTION

- Le développement scientifique a créé un besoin de mesurer les distances avec précision, (astronomie, cartographie, topographie, applications militaires).
- Les premiers instruments optiques ont répondu à ce besoin, avant que l'électronique ne permette des avancées majeures.
- L'invention du laser a marqué un tournant en donnant naissance aux télémètres laser, capables de mesurer plusieurs kilomètres avec une grande précision.
- Aujourd'hui, les distancemètres sont devenus des outils incontournables, utilisés aussi bien en robotique et en navigation autonome que dans la sécurité ou la réalité augmentée.

DISTANCEMÈTRE

Distancemètre est un instrument de mesure électronique qui calcule la distance en envoyant un faisceau électromagnétique vers une cible, et en analysant le signal réfléchi.

Ils sont rapides, facile à utiliser, précis (1 à 2mm).

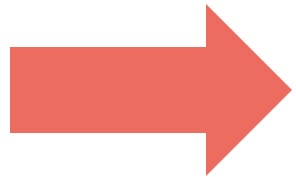
Ils utilisent principalement deux principes physiques :

- Le temps de vol (ToF)
- La modulation de phase



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Première méthode :



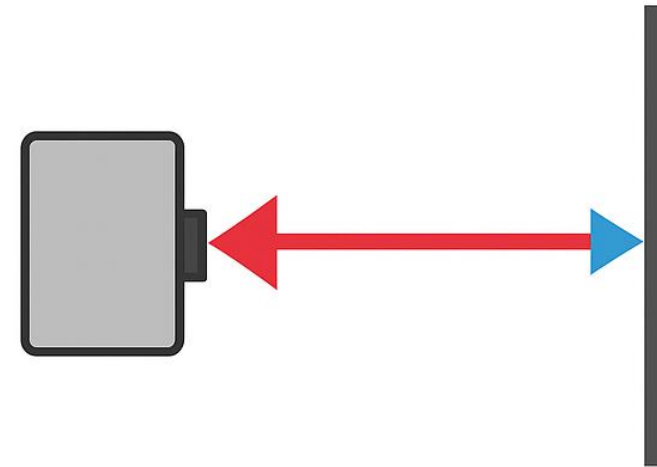
Temps de vol (Time of Flight
ToF)

d : la distance

c : vitesse de la lumière

Δt : temps

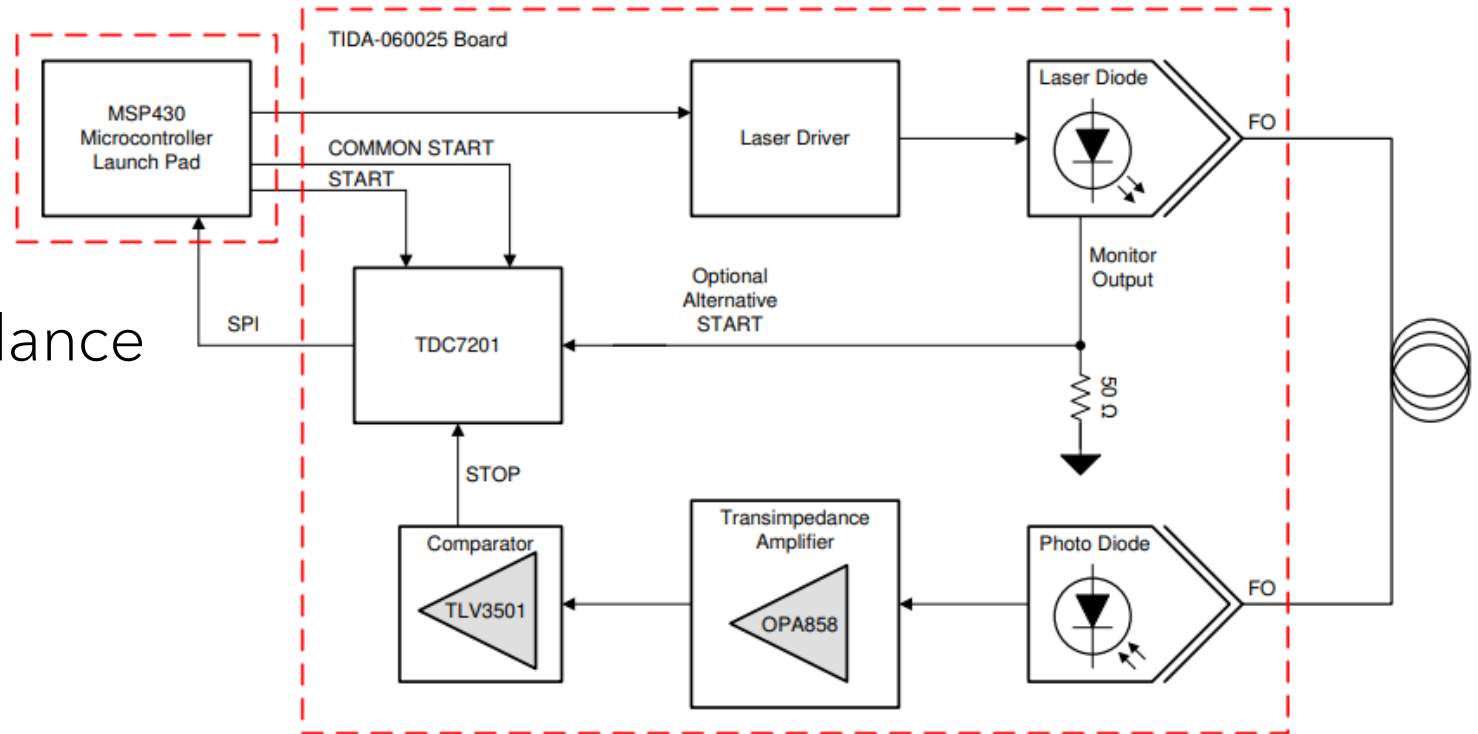
Time of Flight



$$d = \frac{c \cdot \Delta t}{2}$$

ELECTRONIQUE

- Emetteur
- Photodiode
- Amplificateur transimpédance
- Comparateur rapide
- Convertisseur temps-numérique (TDC)




Inconvénients



Rapidité de calcul du temps

Deuxième méthode :

 Modulation de phase

Δt = Avance temporelle dans la mesure de la phase

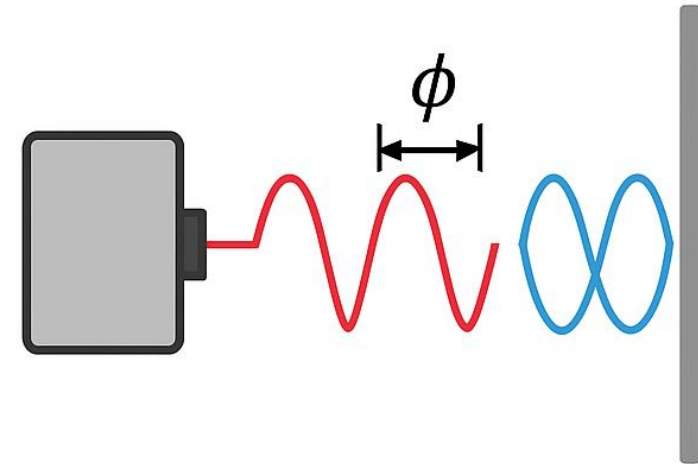
m = Nombre entier de longueurs d'onde de modulation contenu sur le trajet (ambiguïtés)

Φ = la phase

λ = longueur d'onde de modulation

c = vitesse de la lumière

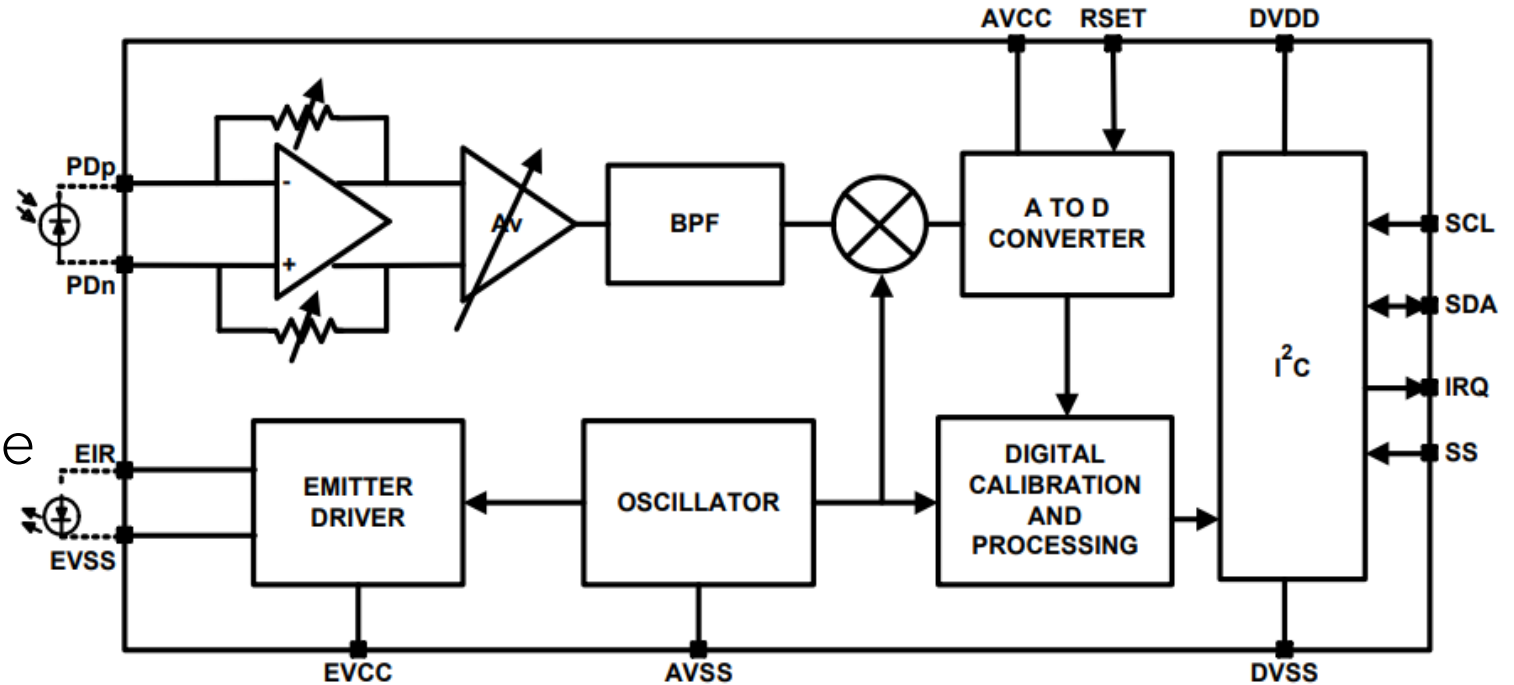
Phase Measurement



$$d = m \cdot \frac{\lambda}{2} + \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \frac{\lambda}{2}$$

ELECTRONIQUE

- Oscillateur HF (MHz)
- Driver LED/laser
- Photodiode + TIA
- Démodulateur synchrone
- Filtre passe-bas
- ADC + DSP



Inconvénients



Ambiguïté

DISTANCEMÈTRE DANS LA ROBOTIQUE

- **La perception** → savoir où sont les obstacles.
- **La précision** → positionnement au cm/mm près pour la manipulation.
- **La sécurité** → garantir qu'aucun humain n'est en danger.
- **L'autonomie** → cartographier et se déplacer seul (SLAM).

CONCLUSION

- Des premiers instruments optiques aux distancemètres laser modernes, ces technologies ont constamment évolué pour répondre à un besoin universel : mesurer rapidement et précisément les distances.
- Aujourd'hui, qu'ils reposent sur le temps de vol ou sur la modulation de phase, les distancemètres associent électronique et traitement du signal pour offrir une précision millimétrique.
- Leur rôle est désormais central dans des domaines variés, de la robotique aux véhicules autonomes, et leur développement continu ouvre la voie à des applications toujours plus innovantes.



MERCI DE
VOTRE
ATTENTION

ANNEXE

Développement de l'équation du calcul de la distance par modulation de la phase

$$y_E = A. \sin(\omega. t)$$

$$y_R = A. \sin(\omega.(t + \Delta t))$$

$$y_R = A. \sin(\Phi + \Delta\Phi)$$

$$d = \frac{c}{2} \Delta t$$

$$\Delta t' = mt^* + \Delta t$$

$$\Delta\Phi = \Delta t. \omega$$

$$\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{\omega}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta\Phi \lambda}{2. \pi. c}$$

$$t^* = \frac{\lambda}{c}$$

$$d = \frac{c}{2} (mt^* + \Delta t)$$

$$d = \frac{c}{2} \left(m \frac{\lambda}{2} + \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \frac{\lambda}{c} \right)$$

$$d = m . \frac{\lambda}{2} + \frac{\Delta\Phi}{2. \pi} \frac{\lambda}{2}$$

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electronic Distance Measurement – JM Rüeger

https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=QNytBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=distance+meters+principles&ots=7SS32iED74&sig=sK4dqccKHWoXQHA0krGJJ_SVTJk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true

Sisco : Laser distance meter. Consulté le 27/09/2025

<https://www.sisco.com/laser-distance-meter-working-principle?srsId=AfmBOoqBLnW8-XaLzhxfAHZCEakKL8sXk-1mWXWGfdy8mrtuZgGhPbus>

Laser components : 27/09/2025

<https://www.lasercomponents.com/fr/photronics-portal/knowledge-center/rapports-d-application/detecteur-de-distance-laser/>

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Laser components : RÉALISATION D'UN TÉLÉMÈTRE LASER AVEC DES APDs ET DES PLDs : 27/09/2025

<https://www.lasercomponents.com/fr/photonics-portal/knowledge-center/rapports-d-application/detecteur-de-distance-laser/>

Renesas : ISL29501 Datasheet

<https://www.renesas.com/en/document/dst/isl29501-datasheet?>

Texas Instruments : Time of Flight and LIDAR – Optical Front End Design

<https://www.ti.com/lit/ab/sboa337a/sboa337a.pdf>

Association Francophone de Topographie (aft) : Distancemètre. Consulté le 27/09/2025

<https://www.aftopo.org/lexique/distancemetre/>

EngineerSupply : How do laser measuring tools work? Consulté le 27/09/2025

<https://www.engineersupply.com/how-do-laser-measuring-tools-work.aspx>