

# Conception de Système embarqué sur FPGA

Hervé MATHIAS

C2N

UNIVERSITÉ PARIS SUD

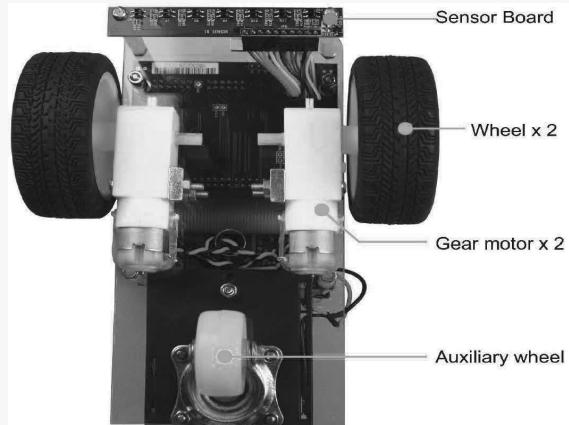
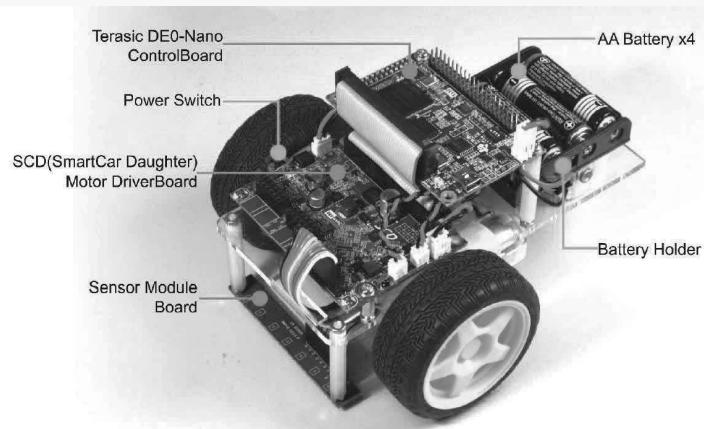
[herve.mathias@universite-paris-saclay.fr](mailto:herve.mathias@universite-paris-saclay.fr)

## Conception d'un système embarqué de commande de robot

1. Présentation du Robot
2. Description des différents composants
3. Parcours de labyrinthe
4. Système à concevoir

# Conception d'un système de commande de Robot

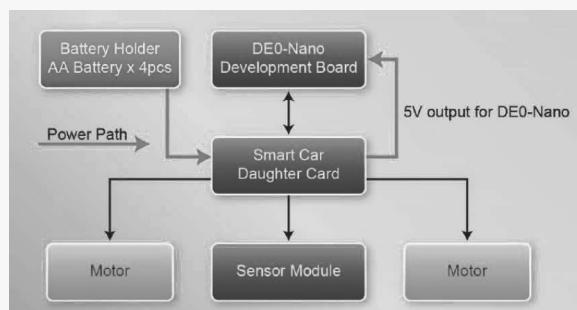
## Présentation du Robot



3 cartes :

- DE0 Nano (FPGA)
- Carte Robot
- Carte Capteurs

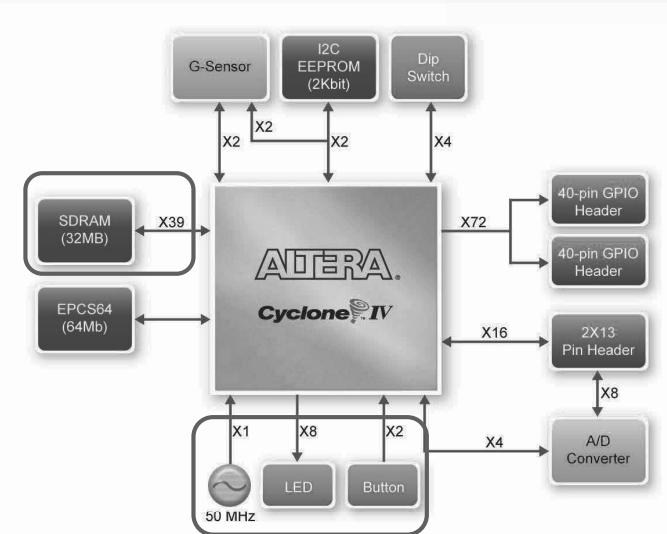
Deux roues motrices commandées par des moteurs à courant continu indépendants



# Conception d'un système de commande de Robot

## Présentation du Robot

### Carte DE0 Nano



Resources	EP4CE22
Logic elements (LEs)	22,320
Embedded memory (Kbits)	594
Embedded 18 × 18 multipliers	66
General-purpose PLLs	4
Global Clock Networks	20
User I/O Banks	8
Maximum user I/O (1)	153

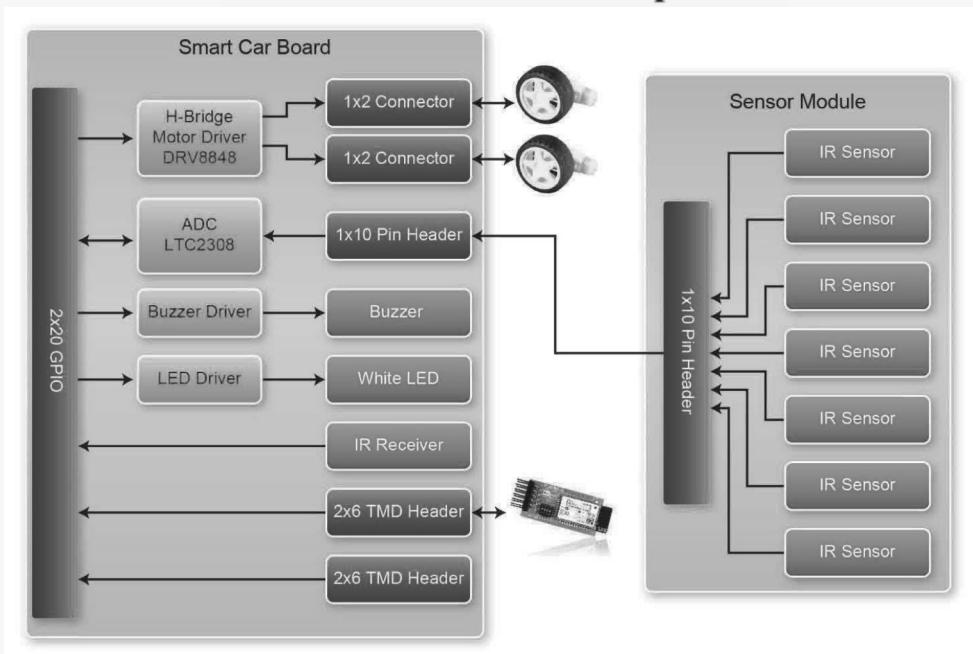
Contient un FPGA (Cyclone IV EP4CE22F17C6N) associé à plusieurs périphériques : SDRAM (32 Mo), LEDs, Boutons poussoirs ...

Possibilité d'implanter un système embarqué à base de processeur NIOS au sein du FPGA via l'outil Qsys

# Conception d'un système de commande de Robot

## Présentation du Robot

### Carte Robot + Carte Capteurs



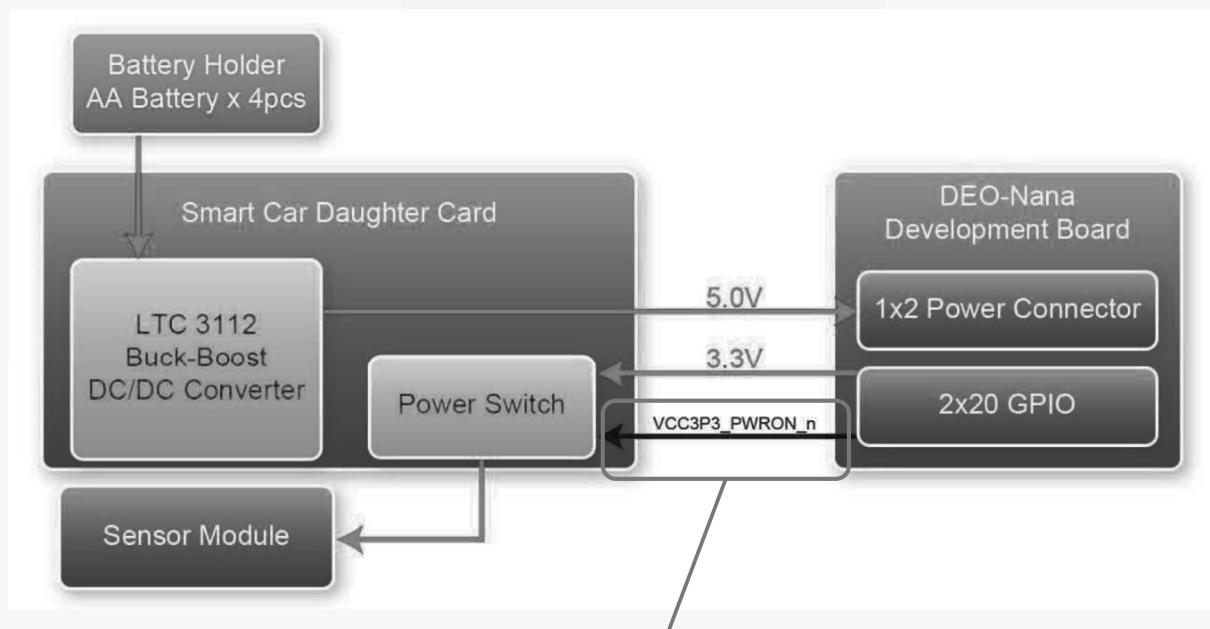
Carte Robot : Buzzer + 2 LEDs + ADC + ponts en H pour commander les moteurs + Récepteur Infrarouge (télécommande)

Carte Capteurs : 7 capteurs infrarouge

# Conception d'un système de commande de Robot

## Présentation du Robot

### Gestion des alimentations



Signal **VCC3P3\_PWRON\_n** à positionner à 0 pour alimenter la carte robot

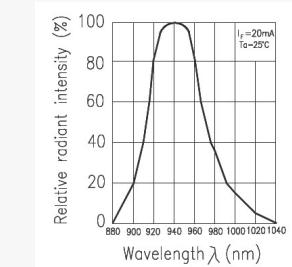
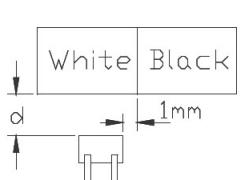
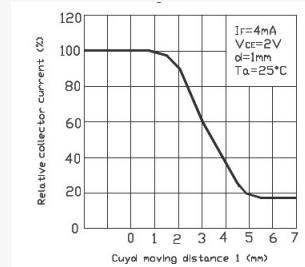
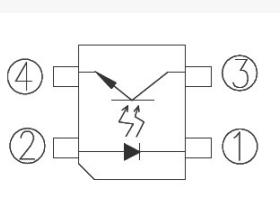
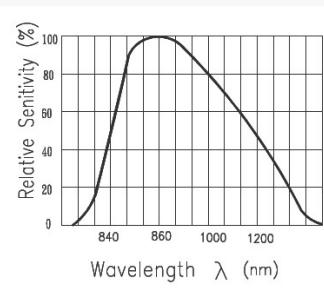
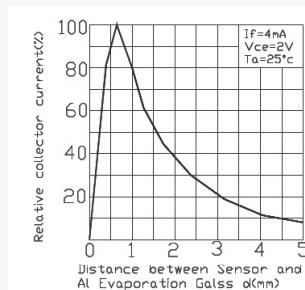
# Conception d'un système embarqué de commande de robot

1. Présentation du Robot
2. Description des différents composants
3. Parcours de labyrinthe
4. Système à concevoir

## Conception d'un système de commande de Robot

### Description des composants

#### Capteurs IR

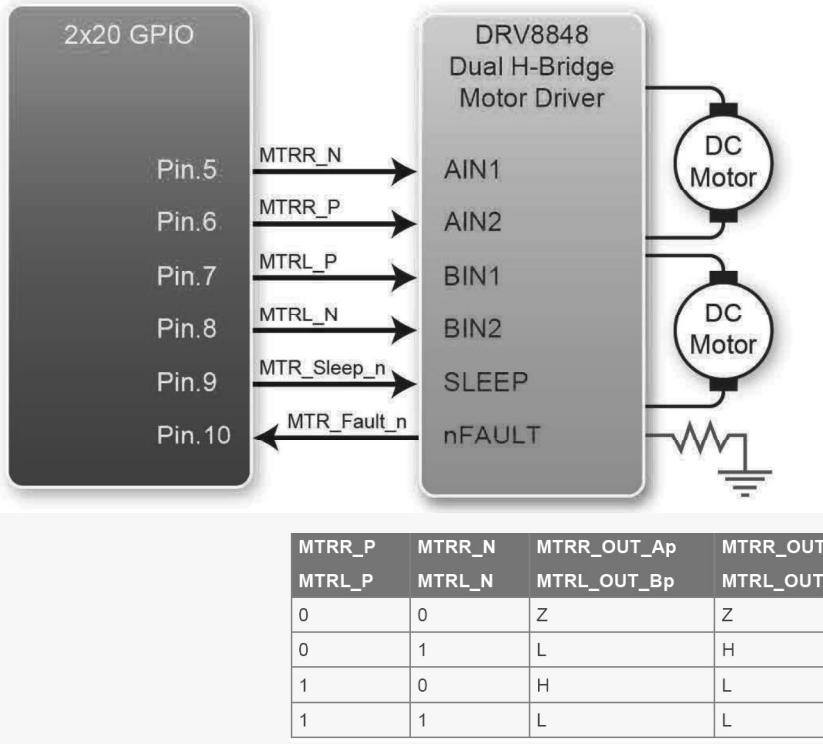


Phototransistor captant le signal IR réfléchi de la photodiode

# Conception d'un système de commande de Robot

## Description des composants

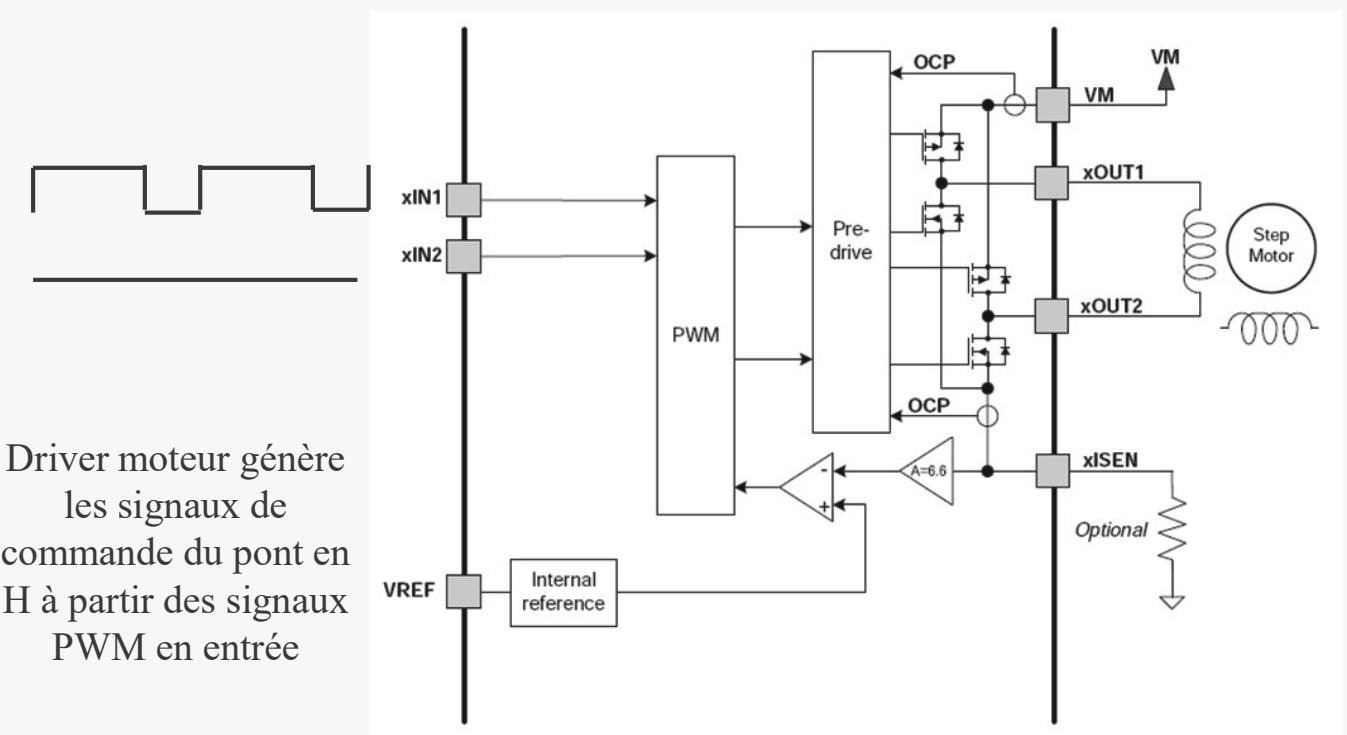
### Circuit de commande des moteurs



# Conception d'un système de commande de Robot

## Description des composants

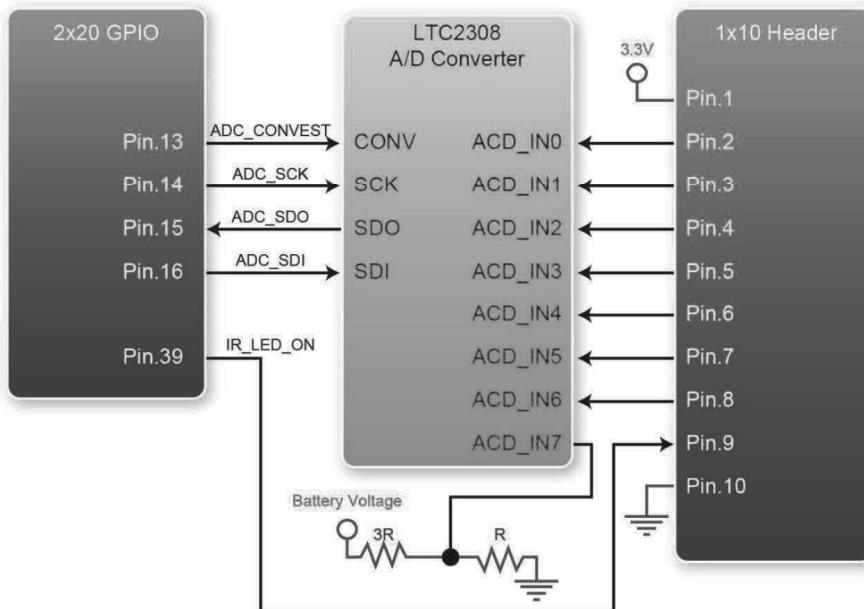
### Circuit de commande des moteurs – Ponts en H



# Conception d'un système de commande de Robot

## Description des composants

### Convertisseur Analogique/Numérique LTC2308



Reçoit les signaux des 7 capteurs IR de la carte capteurs (0 à 6) + un signal indiquant l'état de charge de la batterie

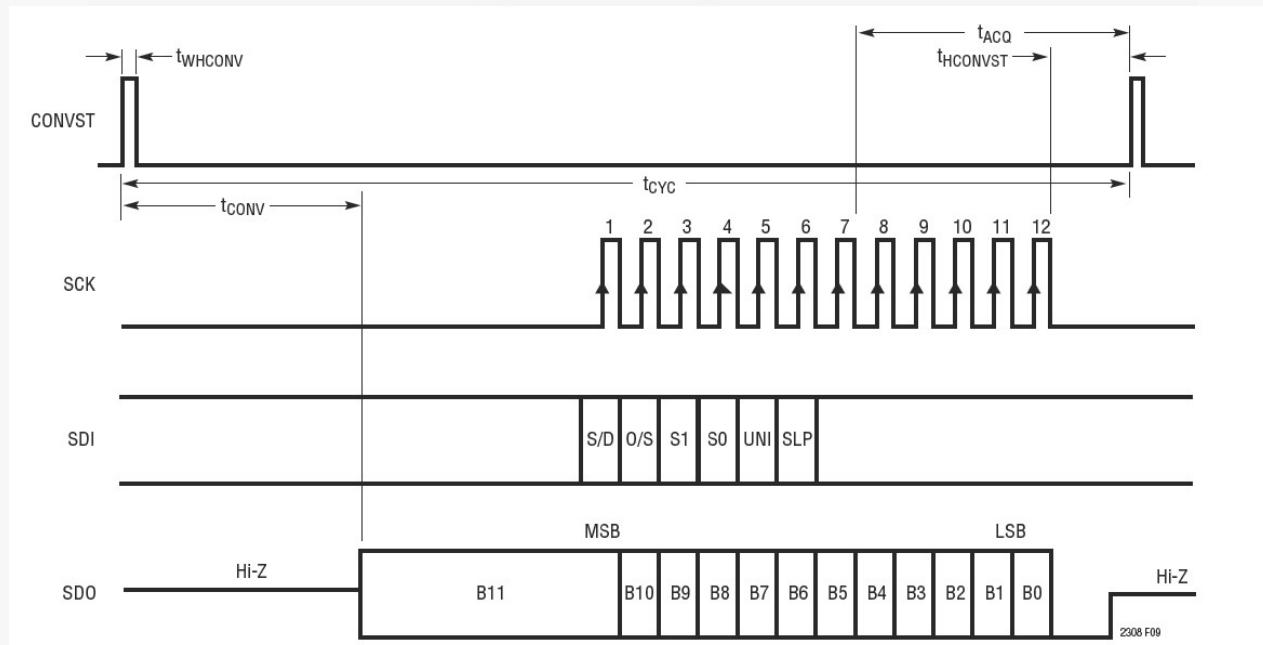
Liaison série SPI permet de commander le circuit et de récupérer les valeurs converties

500 ksps max – 12 bits

# Conception d'un système de commande de Robot

## Description des composants

### Convertisseur Analogique/Numérique LTC2308 – Liaison série



$$t_{CONV \max} = 1.6\mu s - \text{Fréquence max de SCK : } 40 \text{ MHz}$$

Il faut envoyer sur SDI la future configuration de conversion (6 bits) pendant que l'on récupère sur SDO les 12 bits de la conversion actuelle

# Conception d'un système de commande de Robot

## Description des composants

### Convertisseur Analogique/Numérique LTC2308 – Liaison série

#### Rôle des 6 bits SDI

S/D	O/S	S1	S0	UNI	SLP
-----	-----	----	----	-----	-----

S/D = SINGLE-ENDED/DIFFERENTIAL BIT

O/S = ODD/SIGN BIT

S1 = ADDRESS SELECT BIT 1

S0 = ADDRESS SELECT BIT 0

UNI = UNIPOLAR/BIPOLAR BIT

SLP = SLEEP MODE BIT

Possibilité de convertir des signaux référencés à la masse ou différentiels

Table 1. Channel Configuration

S/D	O/S	S1	S0	0	1	2	3	4	5	6	7	COM
0	0	0	0	+	-							
0	0	0	1			+	-					
0	0	1	0					+	-			
0	0	1	1							+	-	
0	1	0	0	-	+							
0	1	0	1			-	+					
0	1	1	0					-	+			
0	1	1	1							-	+	
1	0	0	0	+								-
1	0	0	1			+						-
1	0	1	0					+				-
1	0	1	1						+			-
1	1	0	0	+								-
1	1	0	1			+						-
1	1	1	0					+				-
1	1	1	1							+		-

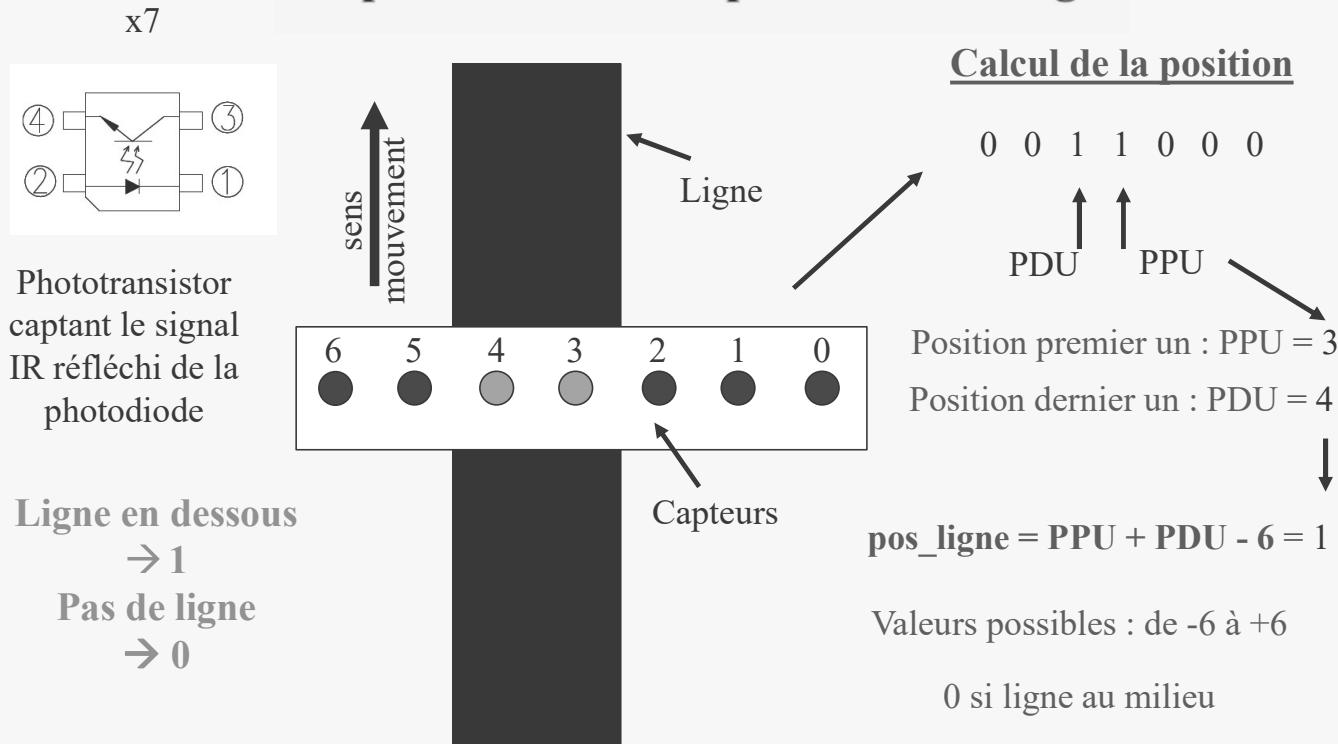
## Conception d'un système embarqué de commande de robot

1. Présentation du Robot
2. Description des différents composants
3. Parcours de labyrinthe
4. Système à concevoir

# Conception d'un système de commande de Robot

## Parcours de labyrinthe : Position de la ligne

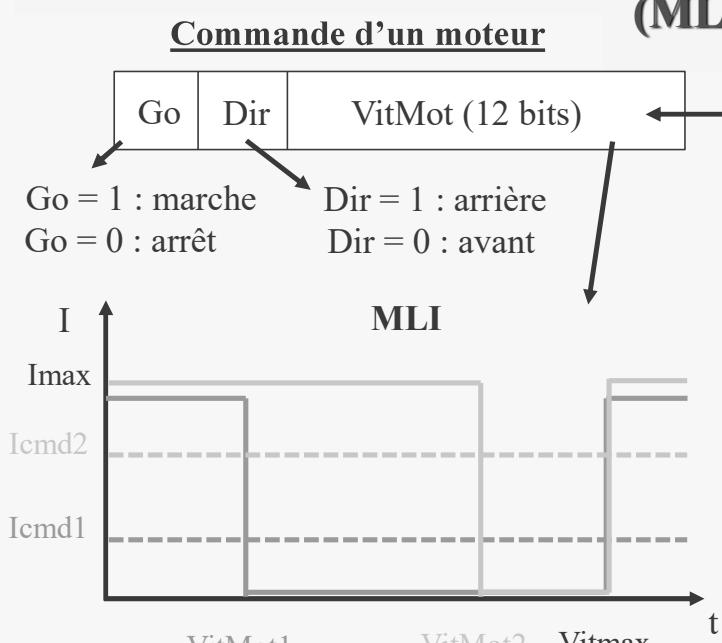
### Exploitation des 7 capteurs Infra rouge



# Conception d'un système de commande de Robot

## Parcours de labyrinthe : Commande des moteurs

### Contrôle vitesse moteurs par Modulation à Largeur d'Impulsion (MLI)



$$I_{cmd} = I_{max} * (VitMot / Vitmax)$$

La vitesse du moteur est proportionnelle à Icmd

**Calcul de la vitesse**

$$VitMotD = VitMoy + pos\_ligne * K$$

$$VitMotG = VitMoy - pos\_ligne * K$$

**Si DirMotG = DirMotD = 0**

**Si VitMotD = VitMotG**

Robot va tout droit

**Si VitMotD > VitMotG**

Robot tourne vers la gauche

**Si VitMotD < VitMotG**

Robot tourne vers la droite

**Si DirMotG = 0 et DirMotD = 1**

**Si VitMotD = VitMotG**

Robot fait demi-tour sur place

# Conception d'un système embarqué de commande de robot

1. Présentation du Robot
2. Description des différents composants
3. Parcours de labyrinthe
4. Système à concevoir

## Conception d'un système embarqué

### Présentation du système de commande robot

#### Système pour aller-retours avec suivi de ligne

Le processeur NIOS donne des ordres à des automates pour le suivi de ligne ou les demi-tours

