Dossier de présentation

SUPPORT DE L’EPREUVE DE CONSTRUCTION

ELECTRONIQUE

BACCALAUREAT STI Génie Electronique

PARIS-CRETEIL-VERSAILLES SESSION 2006

**ROBOT DE TRANSPORT OPTOGUIDé**

BACCALAUREAT STI Génie Électronique

SESSION 2006

Dossier de présentation

du

thème inter-académique

EPREUVE DE CONSTRUCTION

ELECTRONIQUE

DOSSIER ELEVE

# **Sommaire**

Sommaire 2

I. Mise en situation du système : 3

Le robot de transport optoguidé : 3

L’atelier de fabrication de Wafer (disque support des puces de CI) de la société ST Microelectronics. 3

Configuration de l’installation : 3

Transfert des wafers entre les ateliers : 3

II. Analyse fonctionnelle du robot de transport optoguidé 4

1. Mise en situation 4

2. Fonction d’usage 4

3. Cahier des charges 4

4. Schéma fonctionnel de niveau II 4

5. Milieux associés : 4

6. Diagramme sagittal 5

7 Analyse fonctionnelle de 1er degré du robot 6

7.1 Schéma fonctionnel de 1er degré du robot 6

7.2 Description des fonctions principales 7

8 Analyse fonctionnelle de second degré du robot (partielle) 8

8.1 Analyse fonctionnelle de FP2 : « Détection d’obstacles » 8

III. Schéma structurel de la carte de détection d’obstacle (FP2) 10

# **Mise en situation du système :**

## Le robot de transport optoguidé :

L’objet technique, robot de transport optoguidé est utilisé par la société ST Microelectronics, fabricant de circuits intégrés.

Cette première partie présente le contexte dans lequel est utilisé le robot.



## L’atelier de fabrication de Wafer (disque support des puces de CI) de la société ST Microelectronics.

La société ST Microelectronics, (regroupement en 1987 de Thomson Semiconducteurs, France et SGS-Microelecttronica, Italie) est spécialisée dans la conception et la fabrication de circuits intégrés. Elle dispose d’un centre de développement à Crolles, dans la région de Grenoble. De nouveaux produits y sont conçus et mis au point avant d’être fabriqués en grande série dans d’autres unités.

L’unité de Crolles est équipée d’un laboratoire de recherche et d’un atelier de fabrication.

## Configuration de l’installation :

Les contraintes de fabrications sont très sévères et le milieu doit être sans poussière, la production est faite en ‘salle blanche’ dans un environnement de classe 1 (moins d’une particule de 0,25µm par pied cube, soit environ 34 cm3 ). Un procédé d’aspiration vers le sol permet de récupérer les quelques ‘poussières’ en suspension, le sol est constitué de grilles démontables en aluminium.

On y trouve :



Les différents ateliers ou salles de fabrication (du découpage en tranches jusqu’à l’encapsulage), *(Ai)*

Le superviseur d’atelier qui gère l’ensemble de la production, *(Sup)*

12 robots de transport optoguidés qui assurent le transfert des caisses de Wafer entre les différents ateliers. *(Chi)*

Les postes de (dé)chargement (dépose ou prise des caisses), appelés ports d’entrée / sortie *(E / S)*

Les postes de charge batterie des robots autonomes. *(Bati)*

## Transfert des wafers entre les ateliers :

Les wafers passent successivement d’un atelier à un autre pour subir les différentes opérations de fabrication. Le transfert entre les ateliers est automatisé par un ensemble de 12 robots de transport optoguidés.

Lorsqu’une opération est achevée,

les wafers sont stockés dans des caisses ( de 15 à 25 wafers par caisse). Celles-ci sont déposées manuellement par l’opérateur sur les ports d’entrées / sorties.

l’opérateur informe le superviseur d’atelier par l’intermédiaire d’une console informatique.

le superviseur envoie un ordre, par liaison radio, à un des robots en lui précisant les points de départ et de destination. (un robot peut transporter 2 caisses).

Le robot se déplace de façon autonome, d’un poste à l’autre en suivant un parcours prédéfini et matérialisé par une bande blanche tracée au sol. Il détecte les éventuels obstacles, optimise sa vitesse de déplacement et informe régulièrement le superviseur de sa position.

# **II. Analyse fonctionnelle du robot de transport optoguidé**

#### Mise en situation

L’objet technique étudié est un robot de transport, suiveur de ligne, en taille réduite.

#### Fonction d’usage

Transporter une charge en suivant une trajectoire matérialisée par une ligne, à vitesse régulée, et éviter les collisions en s’arrêtant.

#### Cahier des charges

* Rapport [poids robot/ poids transporté] homothétique.
* Suivi de ligne.
* Détection d’obstacles.
* Rampe de vitesse dans les phases de démarrage et de freinage, puis vitesse constante et régulée.

#### Schéma fonctionnel de niveau II

Suivi de ligne

Détection d’un obstacle

Déplacement d’une charge à vitesse constante

Ligne

Obstacle

Déplacement de la charge

Charge

#### Milieux associés :

Physique :

Sol plat sans aspérité avec un revêtement plastifié de couleur claire.

Température ambiante

Ligne noire de 12 à 19 mm

Humain :

Détecter et éviter les collisions, limitation de vitesse à une valeur normalisée.

Ergonomique : pas de parties contondantes.

Normes de sûreté (sécurité et modalités d’exploitation).

Technique :

Alimentation autonome (Batterie rechargeable avec une alimentation de laboratoire limitée à un courant de 120mA).

Charge maximale transportable : 5Kg max.

Déplacement ‘souple’ ( vitesse contrôlée sans à-coup).

Economique :

Fabrication en petite série.

Robot de transport multi usage.

#### 6. Diagramme sagittal

**Robot de transport**

**opto** **guidé**

Ligne noire

Obstacles

Charge à transporter

Opérateur local

L6

L3

L2

L7

L5

L1

L4

L8

**Description des liaisons**

L1 : Chargement sur le robot de la charge à transporter.

L2 : Déchargement de la charge transportée.

L3 : Opérations de maintenance (re-programmation, réglage, recharge de la batterie,..).

L4 : Informations visuelles de fonctionnement.

L5 : Emission d’un faisceau infra rouge.

L6 : Réception d’un faisceau infra rouge.

L7 : Emission de salves ultra son.

L8 : Réception de salves ultra son.

**Éléments du diagramme sagittal**

Robot de transport opto guidé : Objet technique au centre du système technique, capable de transporter une charge à vitesse régulée, en suivant une ligne et en évitant les collisions.

Charge à transporter : ensemble d’éléments à transporter.

Opérateur local : personne dont la mission est le bon fonctionnement du robot : reprogrammation, réglage, recharge de la batterie…

Ligne noire : marque de couleur contrastée par rapport au sol, permettant le guidage du robot.

Obstacles : Eléments se trouvant sur la trajectoire du robot et susceptibles de causer une collision.

#### Analyse fonctionnelle de 1er degré du robot

#### Schéma fonctionnel de 1er degré du robot

Propulsion

FP4

Acquisition de la vitesse moteur

FP5

2

Vitesse de rotation de l’arbre moteur

Suivi de ligne

Détection d’obstacles

FP2

FP3

Traitement micro programmé

FP1

TopDec

Ligne

2

Informations visuelles

Ultrasons émis

Ultrasons reçus

Onde lumineuse émise

Onde lumineuse reçue

Tmesure

Sens

Pwm

Vopt

3

2

ISP

2

5

5

ISP

2

Informations visuelles

3

Charge

Alimentation électrique

FA

+5V

12vbat

Ualim

+8V

Information visuelle

Déplacement de

la charge

Vbat

#### Description des fonctions principales

**FP1 : Traitement micro programmé**

Entrées

* Tmesure : Tension au niveau bas au repos, et dont la durée au niveau haut est proportionnelle à la distance de l’obstacle.
* Ligne : Mot binaire composé de 3 bits (LigneG, LigneC, et LigneD) dont le niveau logique est représentatif de la ligne, vue respectivement par l’opto coupleur de gauche, du centre et de droite. Un niveau logique bas signifie la présence de la ligne.
* VoptG, VoptD : Signaux logiques associés à la détection de vitesse. La fréquence de ces signaux est proportionnelle à la vitesse de rotation des moteurs gauche et droite.

*Remarque : Liaison ISP : destinée à la programmation in situ des microcontrôleurs.*

Sorties

* TopDec : Signal de déclenchement de l’émission d’ultrasons.
* SensG, SensD : Ordre de sens de rotation des moteurs gauche et droite. Un niveau haut implique un déplacement du robot vers l’ arrière.
* PwmG, PwmD : Signaux à modulation de largeur d’impulsion pour la commande des moteurs gauche et droite.
* Informations visuelles : 2 informations lumineuses (1 en réserve)
  + Led\_distance : si 2 flashs/sec signale un obstacle à proximité, si allumée signale arrêt en prévention d’une collision, si éteinte pas d’obstacle en vue. Les distances de danger et d’arrêt sont réglables.

**FP2 : Détection d’obstacles**

Entrées

* TopDec : issue de FP1.
* Ultrasons reçus : onde réfléchie par un obstacle.

*Remarque : Liaison ISP : destinée à la programmation in situ des microcontrôleurs.*

Sorties

* Tmesure : Tension au niveau bas au repos, et dont la durée au niveau haut est proportionnelle à la distance de l’obstacle.
* Ultrasons émis : onde émise, de fréquence 40 kHz.

**FP3 : Suivi de ligne**

Entrée

* Onde lumineuse reçue : Onde lumineuse réfléchie par le sol.

Sorties

* Onde lumineuse émise : Onde lumineuse émise.
* Ligne : Mot binaire composé de 3 bits (LigneG, LigneC, et LigneD) dont le niveau logique est représentatif de la ligne, vue respectivement par l’opto coupleur de gauche, du centre et de droite. Un niveau logique bas signifie la présence de la ligne.
* Informations visuelles : 3 informations lumineuses significatives de la présence de la ligne (une information par capteur).

**FP4 : Propulsion**

Entrées

* SensG, SensD : Ordre de sens de rotation des moteurs gauche et droite. Un niveau haut implique un déplacement du robot vers l’ arrière.
* PwmG, PwmD : Signaux à modulation de largeur d’impulsion pour la commande des moteurs gauche et droite.
* Charge : Masse transportée inférieure à 5Kg.

Sorties

* VitesseG, VitesseD :  Vitesses de rotation de l’arbre moteur gauche, droit.
* Déplacement de la charge.

**FP5 : Acquisition de la vitesse moteur**

Entrée

* VitesseG, VitesseD : Vitesses de rotation de l’arbre moteur gauche, droit.

Sortie

* VoptG, VoptD : Signaux logiques associés à la détection de vitesse. La fréquence de ces signaux est proportionnelle à la vitesse de rotation des moteurs gauche et droite.

**FA : Alimentation électrique**

Entrées

* 12vbat : tension continue +12V issue de la batterie.
* Ualim : tension continue permettant la charge de la batterie.

Sorties

* +5V : tension continue de +5V régulée.
* +8V : tension continue de +8V régulée.
* Vbat**:t**ension continue +12V protégée
* Information visuelle : Information lumineuse indiquant la présence du +5V

#### Analyse fonctionnelle de second degré du robot (partielle)

## Analyse fonctionnelle de FP2 : « Détection d’obstacles »

TopDec

Élaboration salve de 8 périodes à une fréquence de 40KHz

FS2-1

Augmentation de la valeur crête à crête

FS2-2

Transformation signal électrique en onde ultrasonore

FS2-3

Transmission onde ultrasonore émise

FS2-5

Réflexion onde ultrasonore

FS2-6

Transformation onde ultrasonore en signal électrique

FS2-8

Amplification

FS2-9

Transmission onde ultrasonore réfléchie

FS2-7

Élaboration tension de comparaison

FS2-4

Comparaison de tension

FS2-10

Élaboration Ton

FS2-11

Élaboration tensions continues d’alimentation

FS2-12

+5V

+10V

-10V

Tmesure

Salvedif

Salve1

Salve neg

Vcomp

Salvereçue

SalveAmp

Vdetect

Salve 2

Vib

Vibémise

Vibréfléc

Vib retour

Fonction FS2-1 : «  Élaboration salve de 8 périodes à une fréquence de 40KHz »

Entrée : ***TopDec*** Impulsion positive de tension 5V et de durée minimum de 10µs (Durée minimum entre deux fronts descendants : 20 ms) (Tension entre impulsions : 0 V).

Sortie : ***Salve1*** Salve de 8 périodes (durée de 25µs , tension initiale de 0V, tension d’impulsion de 5V) 10µs après le front descendant de *TopDec* (Tension entre salves : 0 V).

Sortie : ***Salve2*** Salve de 8 périodes (durée de 25µs , tension initiale de 5V, tension d’impulsion de 0V) 22µs après le front descendant de *TopDec* (Tension entre salves : 0 V).

Fonction FS2-2 : « Augmentation de la valeur crête à crête »

Entrée : ***Salve1*** Voir sortie de FS2-1

Entrée : ***Salve2*** Voir sortie de FS2-1

Sortie : ***Salveneg*** Salve de 8 périodes en concordance de temps avec *Salve2* : 0V de *Salve 2* donne +10V pour *Salve neg*; 5V de *Salve2* donne -10V pour *Salveneg*  .

Sortie : ***SalveDif*** Signal rectangulaire alternatif : *Salve pos – Salve neg* *Salvepos* : Salve de 8 périodes en concordance de temps avec *Salve1* : 0V de *Salve 1* donne +10V pour *Salvepos* ; 5V de *Salve1* donne -10V pour *Salvepos* .

Fonction FS2-3 : « Transformation signal électrique en onde ultrasonore »

Entrée : ***SalveDif*** Voir sortie de FS2-2

Sortie : ***Vib*** Vibration mécanique de la membrane du transducteur à la fréquence de 40 KHz

Fonction FS2-4 : « Élaboration tension de comparaison »

Entrée : ***Salveneg*** Voir sortie de FS2-2

Sortie : ***Vcomp*** Tension négative variable : sa valeur de tension diminue pendant la salve (tend vers –10V, constante de temps : ≈ 0,7µs) et augmente pendant le reste du temps (tend vers 0 V, constante de temps : ≈ 1,8ms).

Fonction FS2-5 :  « Transmission de l’onde ultrasonique émise »

Entrée : ***Vib*** Voir sortie de FS2-3.

Sortie : ***Vibemise*** Vibration mécanique de l’air s’éloignant du transducteur (fréquence de 40 KHz) à la vitesse de 346 m/s à 24°C.

Fonction FS2-6 : « Réflexion de l’onde ultrasonique »

Entrée : ***Vibemise*** Voir sortie de FS2-5.

Sortie : ***Vibreflec*** Vibration mécanique de l’air se réfléchissant sur la surface de l’objet présent en face des transducteurs.

Fonction FS2-7 : « Transmission de l’onde ultrasonique réfléchie »

Entrée : ***Vibreflec*** Voir sortie de FS2-6.

Sortie : ***Vibretour*** Vibration mécanique de l’air se rapprochant du transducteur (fréquence de 40 KHz) à la vitesse de 346 m/s à 24°C.

Fonction FS2-8 : « Transformation onde ultrasonore en signal électrique »

Entrée : ***Vibretour*** Vibration mécanique de la membrane du transducteur ultrasonique par vibration de l’air + vibration mécanique du transducteur provenant directement de l’émetteur par couplage mécanique

Sortie : ***Salverecue*** Signal alternatif dont l’amplitude et la fréquence dépendent de la vibration de la membrane.

Fonction FS2-9 : « Amplification »

Entrée : ***Salverecue*** Voir sortie de FS2-8.

Sortie : ***SalveAmp*** Signal alternatif dont l’amplitude est égale à l’amplitude d’entrée \* 268 ( limitée à 5v pour la valeur positive et –10V pour la négative).

Fonction FS2-10 : « Comparaison de tension »

Entrée : ***SalveAmp*** Voir sortie de FS2-9.

Entrée : ***Vcomp*** Voir sortie de FS2-4 permettant d’inhiber la tension obtenue par le couplage direct de l’émetteur et du récepteur ultrasonique (transmission par le circuit imprimé).

Sortie : ***Vdetec****t* DDP de tension égale à 5 V passant à 0 V chaque fois que la tension *SalveAmp* est plus petite que *Vcomp* (pendant la réception de la salve) et pendant le niveau bas de *TopDec*.

Fonction FS2-11 :  « Élaboration Ton »

Entrée : ***Vdetect*** Voir sortie de FS2-10

Sortie : ***Tmesure*** DDP de tension égale à 0 V passant à 5 V pendant la durée comprise entre la fin du dernier front descendant de *Salve2* et le premier front descendant de *Vdetect*, c’est à dire entre la salve émise et la salve reçue(si pas de front descendant de *Vdetect* alors la durée est de 18ms). Cette durée est donc fonction de la distance que l’onde ultrasonore a effectuée entre l’émetteur et le récepteur (2 fois la distance les séparant des transducteurs ultrasonique).

Fonction FS2-12 : Élaboration tensions continues d’alimentation

Entrée : ***Tmesure*** Voir sortie de FS2-11

Inhibe les tensions +10 V et –10 V pendant la phase de réception et de détection de l’onde ultrasonore (*Tmesure* niveau haut) .

Entrée : ***5V*** Tension continue de +5V régulée.

Sorties : ***+10 V et –10 V*** Conversions continus-continus (+5 V en +10 V et –10 V) : signaux parasités nécessitant l’inhibition de leurs générations pendant la phase de mesure pour ne pas la perturber. La tension de – 10V est maintenue à l’aide d’une réserve d’énergie.

# **Schéma structurel de la carte de détection d’obstacle (FP2)**



FS2-8

FS2-9

FS2-1

FS2-3

FS2-2

FS2-10

FS2-4

FS2-12

FS2-11

+