



Thème1

Commande distance à ultrasons

Fonction Générer signal périodique
Fonction Interrupteur commandé

Objectifs

● Objectifs

- Commander le démarrage à distance d'un robot mobile
 - Le thème 1 traite de l'émetteur à ultrasons.
 - Le thème 2 se focalisera sur l'étude et la réalisation du récepteur

● Présentation des fonctions électroniques

- Générer signal périodique
- Interfacer à l'aide d'un interrupteur commandé

● Pratique des outils de CAO

- Saisir schéma électrique
- Conception de circuit imprimé
 - Choix des empreintes physiques
 - Routage de carte
 - Réalisation
 - Dépannage

Le robot

Chassis

Motorisation

- Moteurs à courant continu + réducteurs

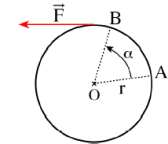
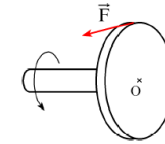


- La vitesse est proportionnelle à la valeur moyenne de la tension d'alimentation du moteur
- Le couple est proportionnel au courant qui est quasiment continu

Source d'énergie

- Batteries
- Alimentation stabilisée de laboratoire

Rappels de mécanique



$$T = F.r$$

F : force en newtons (N) – F est tangent à la roue
r : rayon de la roue en mètres (m)
T : moment du couple en newtons.mètres (N.m)

$$W_F = F.AB = F.\alpha.r$$

AB : arc de cercle en mètres (m)
 α : angle en radians (rad)

$$W_T = T.\alpha$$

$$P_T = \frac{W_T}{\Delta t} = T.\frac{\alpha}{\Delta t} = T.\Omega$$

Ω : pulsation de rotation en radians par seconde (rad.s⁻¹)

$$P_T = T.\Omega$$



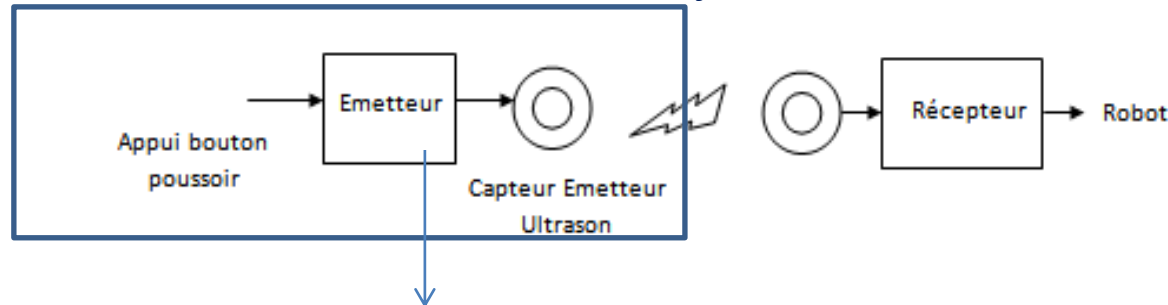
Cahier des charges

● Spécifications fonctionnelles

- Un bouton poussoir permet la mise en route du robot **à distance**, qui s'arrêtera automatiquement au bout de 6 secondes
- L'émetteur utilise un transducteur émetteur d'ultrasons
- Le récepteur sera à étudier et réalisé lors du thème 2

● Architecture du système

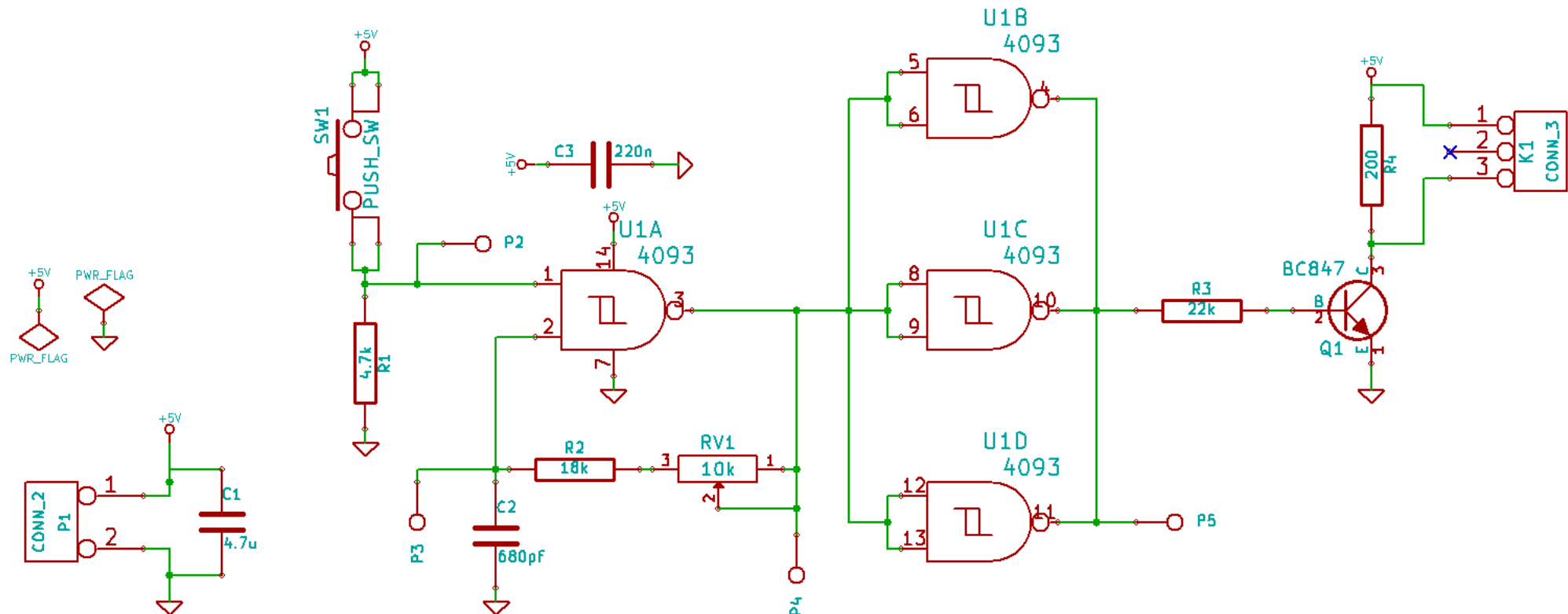
Objectif thème 1



- Commande un transducteur **émetteur d'ultrason**
- Envoi d'une salve (burst) à l'activation du bouton poussoir sur le capteur US
- Utilise un composant 4093 câblé en **astable** pour la génération du burst

Découpage fonctionnel

Schéma



Capteur US

● Fonctionnement

- Le capteur est composé d'une membrane vibrante
- Les variations de tensions aux bornes du capteur entraînent une déformation de cellule céramique piézo-électrique (=> déplacement mécanique)
- Le déplacement résultant des molécules constitue l'onde sonore , non audible, qui se propage
- La fréquence du signal électrique constitue un des paramètres du capteur: **40KHz pour nous**
- La réception se fait suivant le procédé inverse: onde= mouvement de molécules=> polarisation de la cellule piézo-électrique sous l'effet d'une contrainte mécanique=> signal électrique à une certaine fréquence

capteur pour robotique



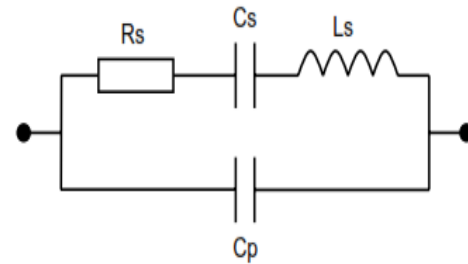
Capteur industriel
(mesure de niveau)



Capteur US

Modélisation

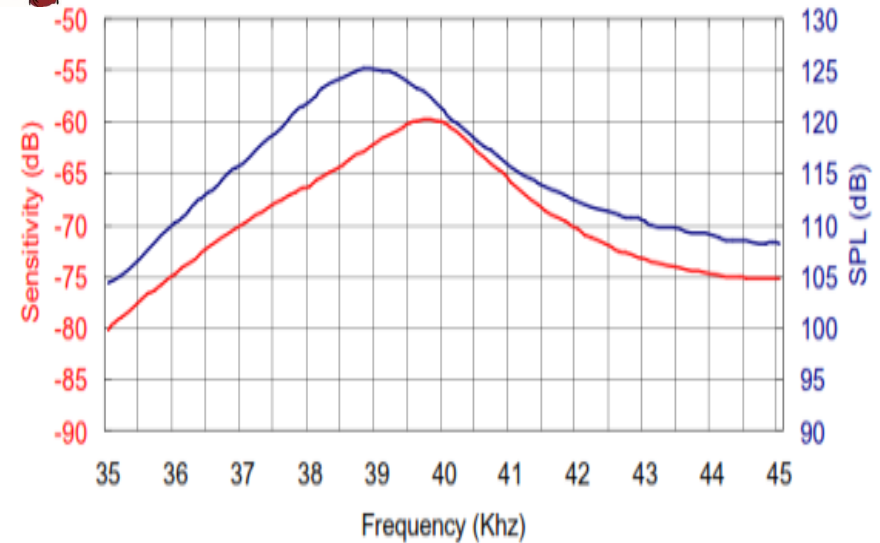
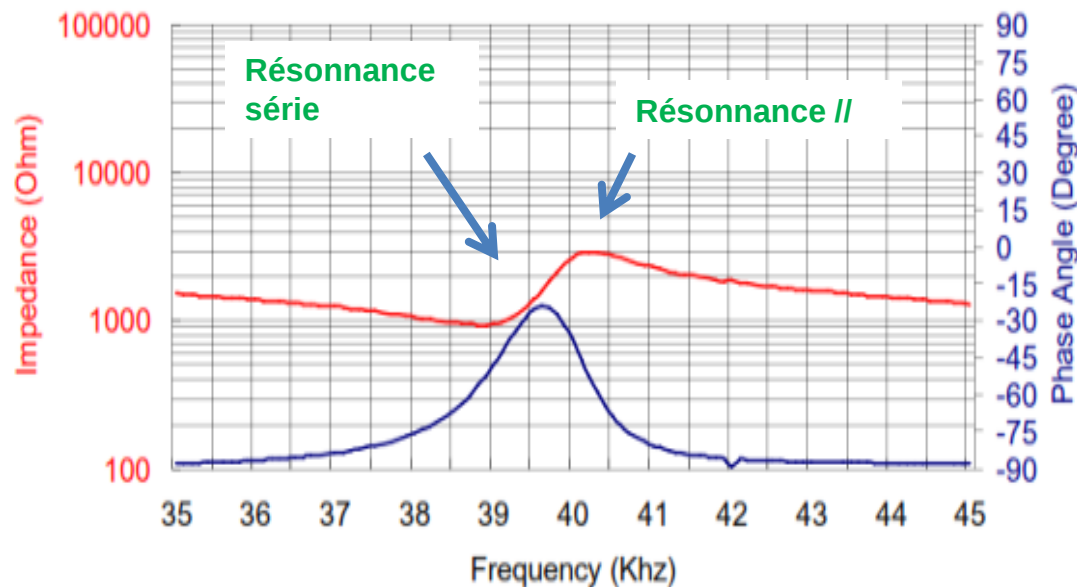
- Le capteur nécessite un signal d'excitation de fréquence donnée
 - La puissance d'émission dépend de la fréquence: comportement passe-bande
 - La fréquence centrale (puissance max d'émission) est une donnée constructeur



SPL: Sound Level Pressure
(puissance sonore transmise mesurée à une certaine distance de référence)



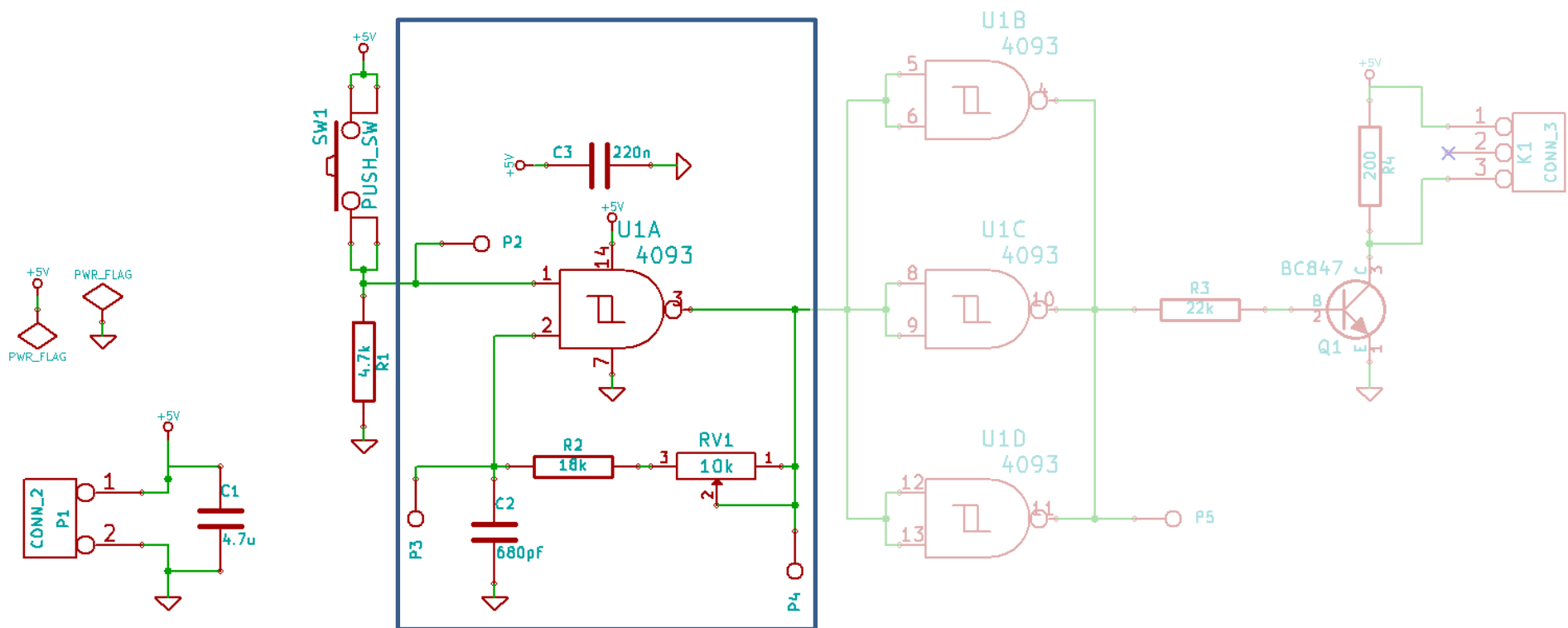
Sensibilité: niveau électrique reçu pour 1 niveau sonore de référence



Concept

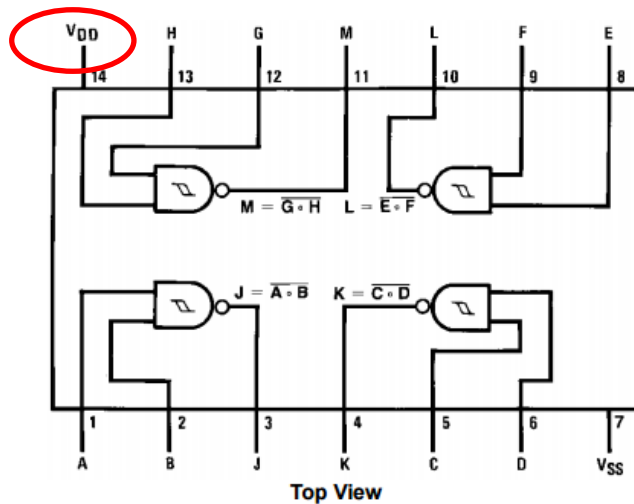
● Objectif: créer un signal périodique afin d'exciter notre transducteur

- Fréquence autour de 40 KHz
- Solution technique retenue: composant 4093
 - De nombreuses solutions existent : 555, astable TTL ou CMOS etc..



Composant 4093

● Caractéristiques principales



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	-0.5 to +18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	-0.5 to $V_{DD} + 0.5 V_{DC}$

Porte NAND avec entrées à trigger de schmitt

Entrées		Sortie
a	b	S
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

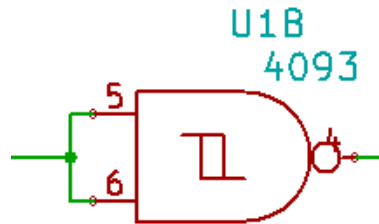


Effet mémoire se caractérisant par un cycle d'hystérésis

4093: Principe de fonctionnement

- Câblage pour illustrer le fonctionnement

- Câblage en **porte inverseuse**



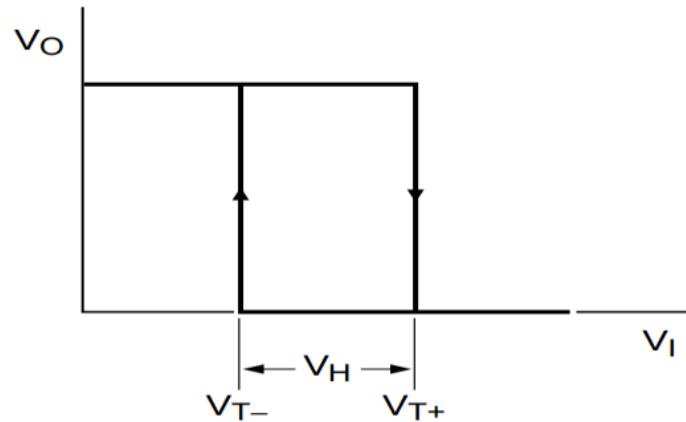
- Hystérésis

- 2 seuils de tensions en entrée entraînant un changement de la sortie
- Modélisation sous forme d'un automate à 2 états

On constate que l'état futur de la sortie dépend de l'état courant et du potentiel électrique de l'entrée

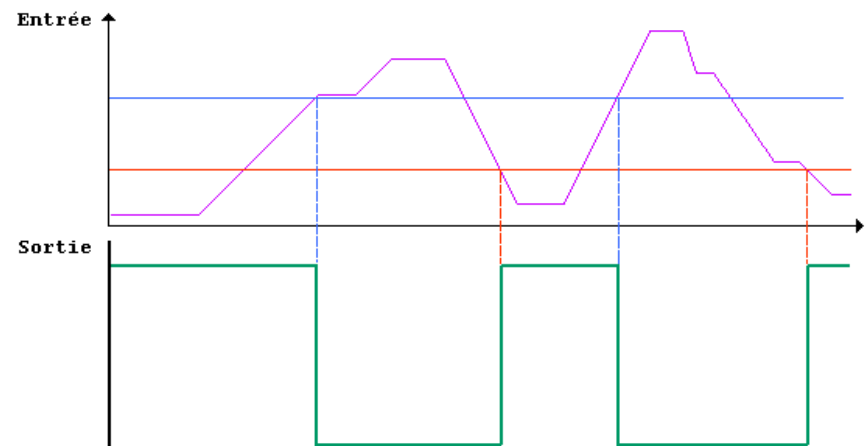
4093:Principe de fonctionnement

● Caractéristique de transfert



			+25°C		
			Min	Typ	Max
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage (Any Input)	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 9V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	1.5 3.0 4.5	1.8 4.1 6.3	2.25 4.5 6.75
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage (Any Input)	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 1V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	2.75 5.5 8.25	3.3 6.2 9.0	3.5 7.0 10.5

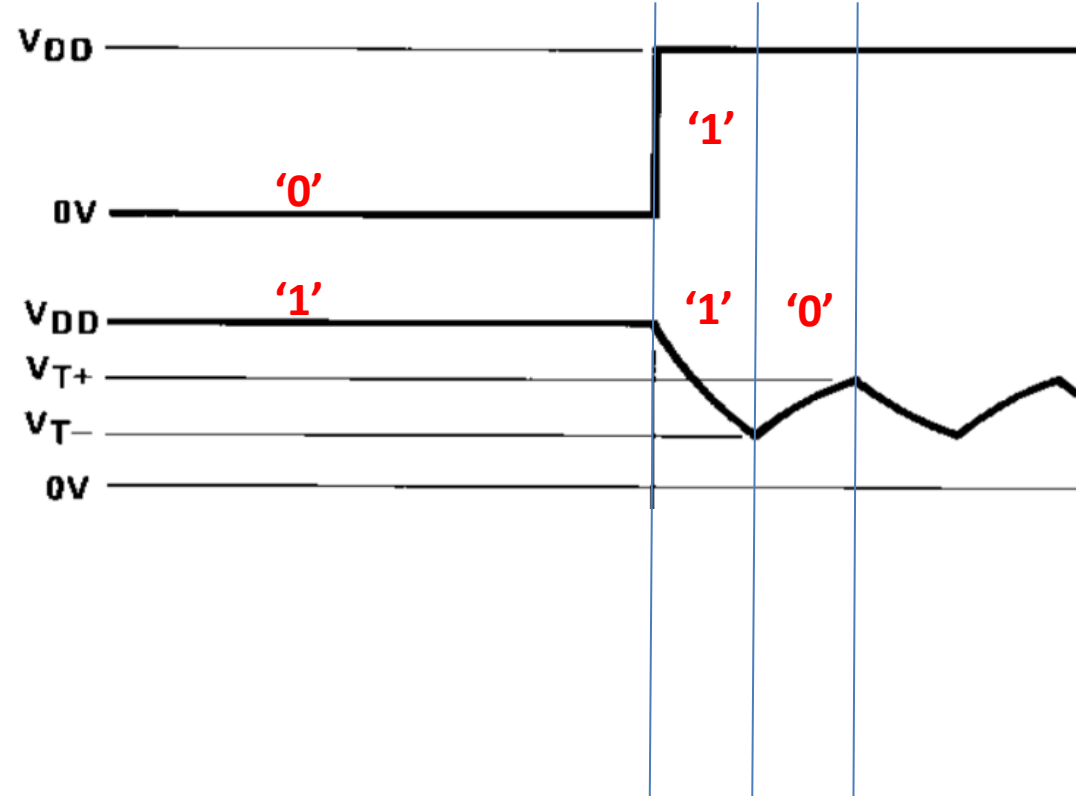
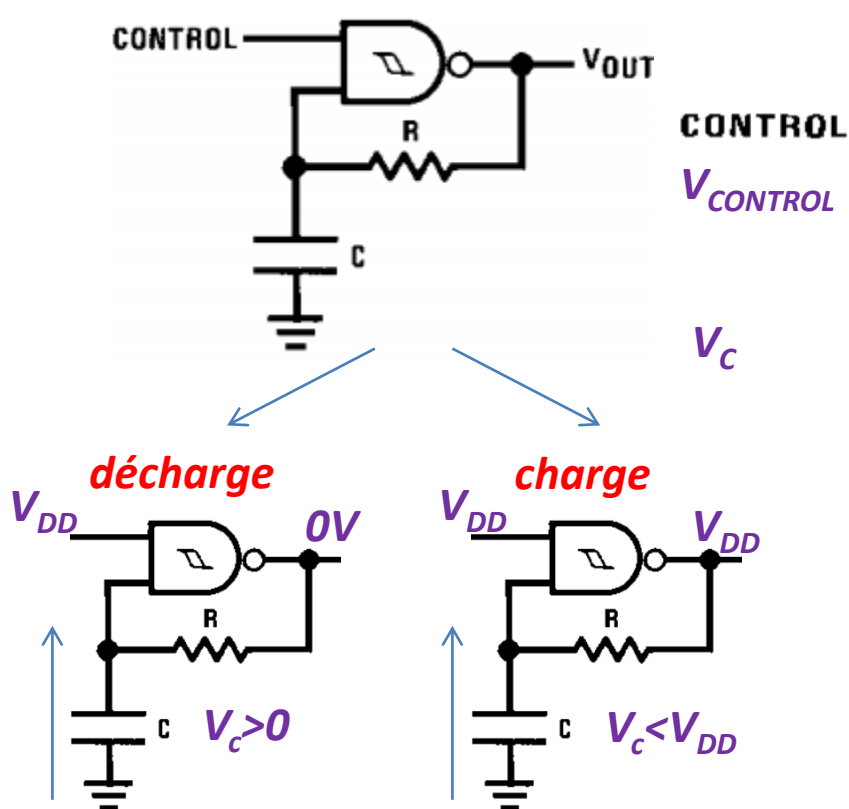
● Chronogramme



Astable

Astable contrôlé

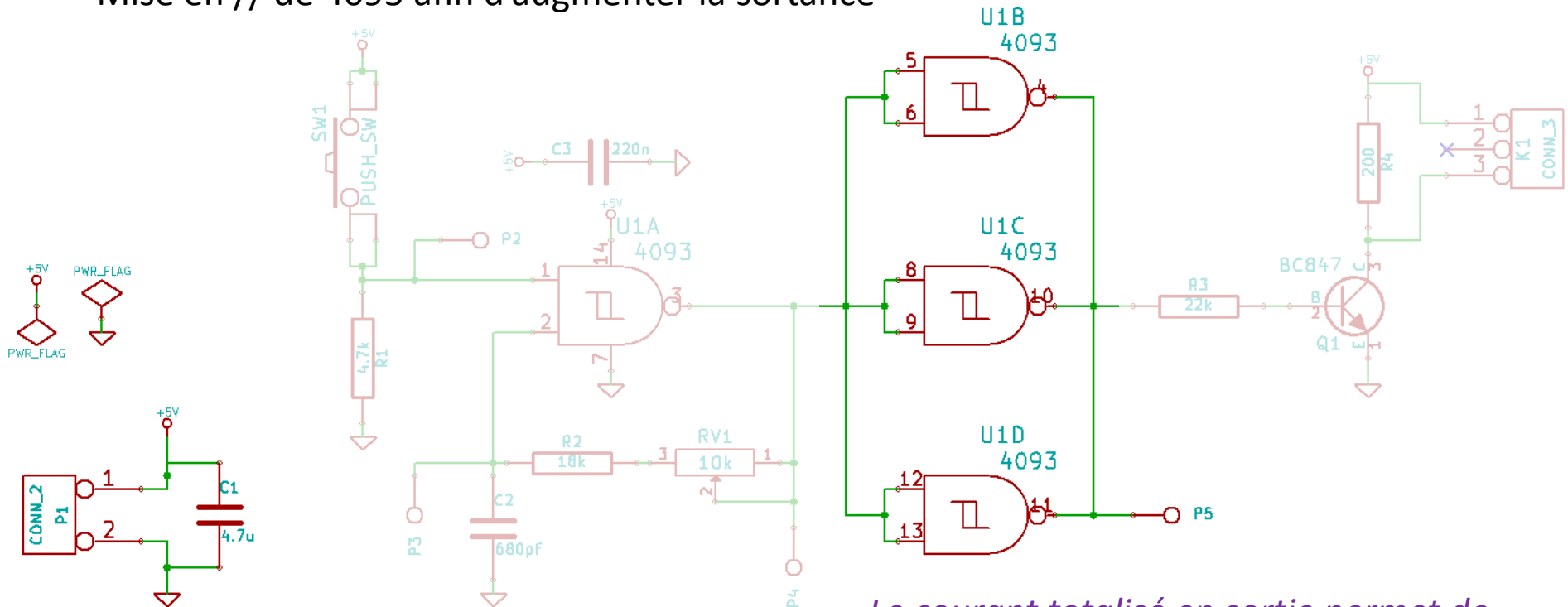
- Une des broches d'entrées permet d'activer ou non la fonction astable
- La fonction astable est basé sur la charge et décharge d'un condensateur



Adaptation en courant

Objectif

- Mettre à profit les 3 portes restantes
- Mise en // de 4093 afin d'augmenter la sortance



Le courant totalisé en sortie permet de commander efficacement le transistor

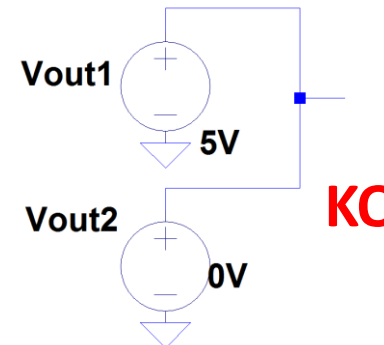
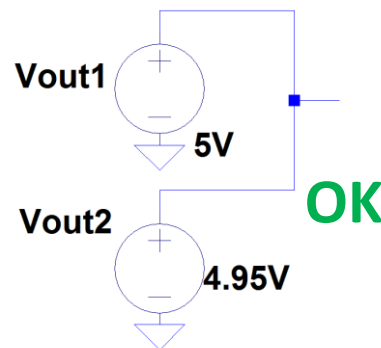
sortance

Extrait de documentation

			+25°C		
			Min	Typ	Max
I_{OL}	LOW Level Output Current (Note 3)	$V_{IN} = V_{DD}$			
		$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.51	0.88	
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.3	2.25	
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	3.4	8.8	
I_{OH}	HIGH Level Output Current (Note 3)	$V_{IN} = V_{SS}$			
		$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	0.51	-0.88	
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.3	-2.25	
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-3.4	-8.8	

Précautions

- La mise en // de sorties se fait à condition que les tensions de sorties soient identiques (ou très proches!) à *CHAQUE INSTANT*

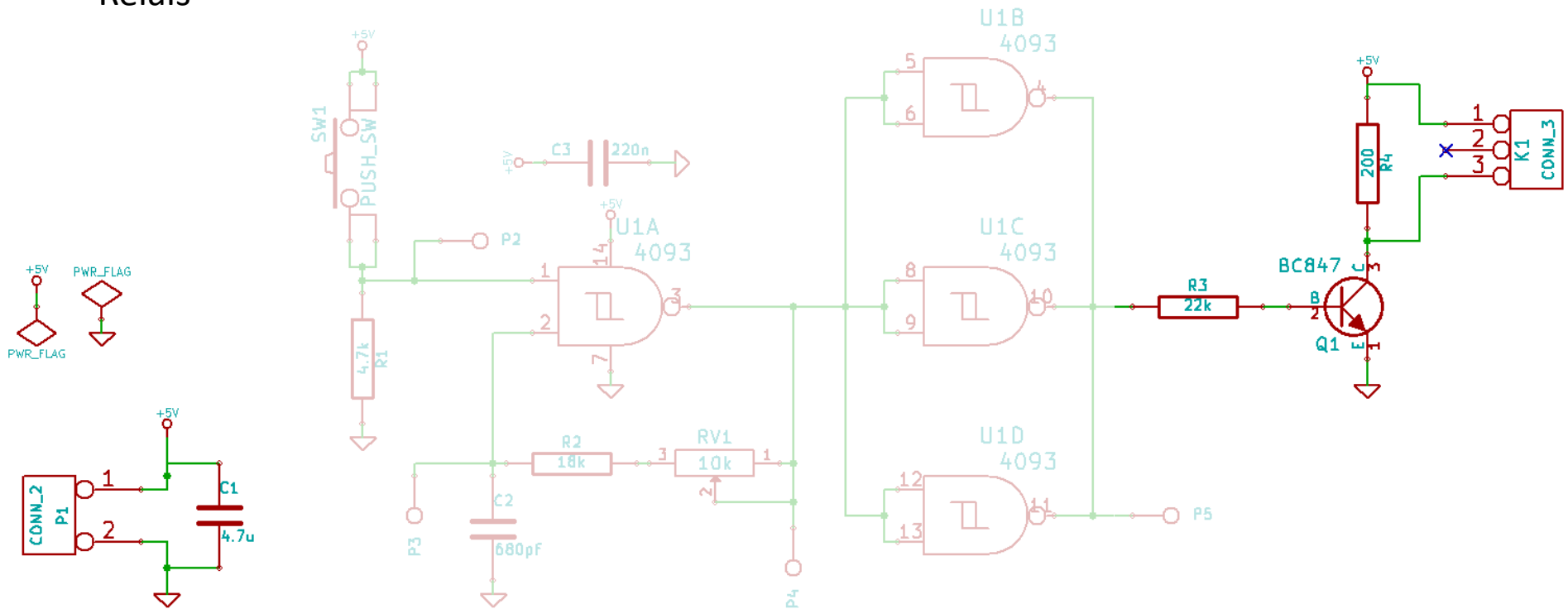


Court circuit
=courant important
=destruction du composant

Interrupteur commandé

Plusieurs solutions techniques

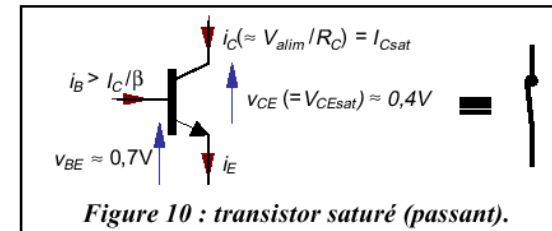
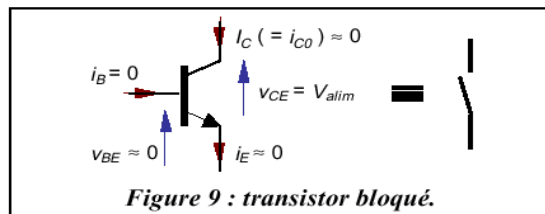
- Transistor en commutation
- Relais



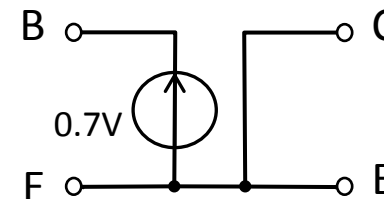
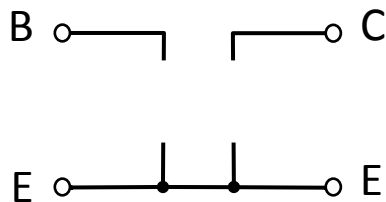
Interrupteur commandé

Le transistor

- En régime linéaire
 - Source de courant commandée en courant
- en commutation
 - 2 états: Bloqué => le transistor se comporte comme un interrupteur ouvert
 - Saturé => le transistor se comporte comme un interrupteur fermé

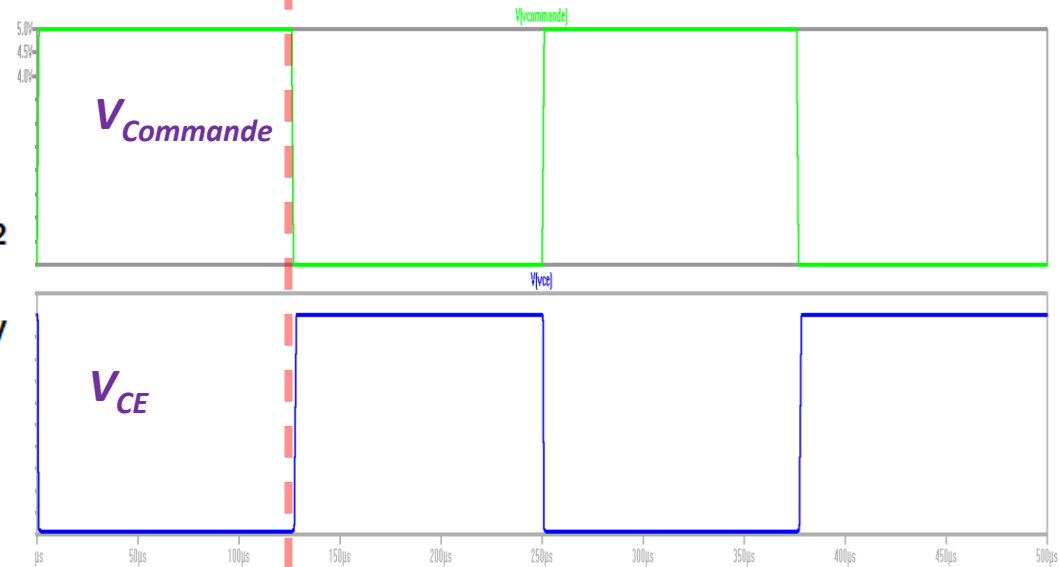
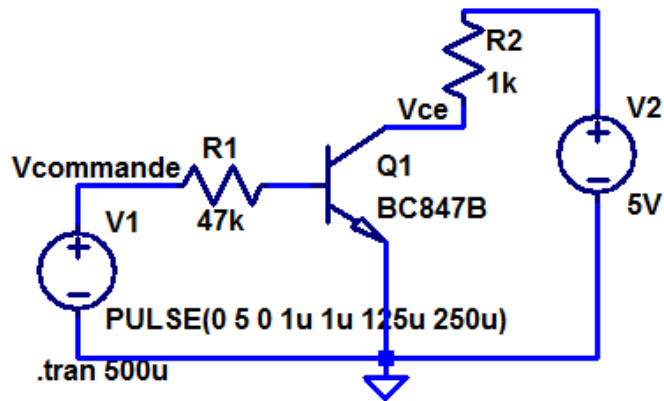


Modèle équivalent en
fonctionnement SATURÉ



Transistor en commutation

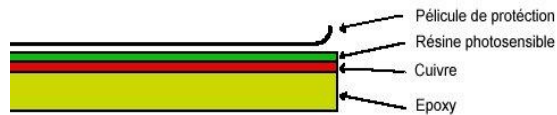
Simulation du circuit



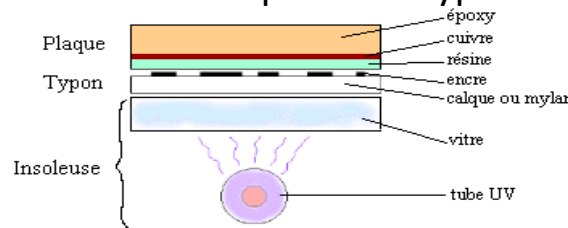
Réalisation de votre carte

Fabrication d'une carte

Le support physique



L'insolation à partir du typon



La révélation

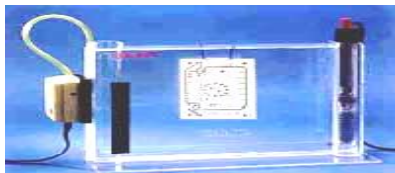


Solution à base de soude =>

DANGER: produits dangereux

utilisation de GANTS

La gravure



Gravure dans un bain de
Perchlorure de Fer
(produits dangereux)

Perçage, étamage, vernissage

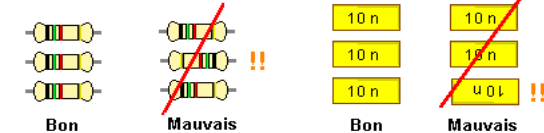
Souder

le matériel

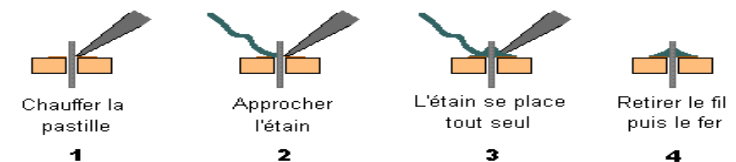
- Pince plate et coupante
- Pince à dénuder
- Fer à souder (JBC 25Watt ou Weller)



Placement des composants cohérents



Soudure soignée



Tests

- Le matériel
 - Alimentation du système
 - Alim stabilisée, piles, 220V EDF
 - Générateur de signaux basses fréquences
 - GBF: *permet d'injecter des signaux à l'entrée de la carte*
 - Instruments de mesures
 - *Visualisation de certaines caractéristiques d'un signal*
 - *Valeur instantanée $y(t)$, valeur moyenne, valeur efficace*
- Le test de la carte: une affaire de méthode!
 - Avant toute chose:
 - Vérifiez les alimentations (présence de court-circuits etc..)
 - Vérifiez les signaux du GBF (fréquence, tension etc...)
 - Test unitaire:
 - Validez fonction par fonction (voir découpage fonctionnel)
 - Comparez si sortie observé à sortie théorique
 - Test d'intégration:
 - Interaction de fonction entres elles (notions d'impédances d'entrée et de sortie)
 - Intégration d'un sous-système (carte fille)
 - Validation finale
 - Validation globale de la carte dans son environnement



Multimètre digital

Alimentation stabilisée



oscilloscope

Canevas

1. Introduction

Vous présenterez ici l'objet technique étudié, son environnement et sa finalité

2. Analyse du système

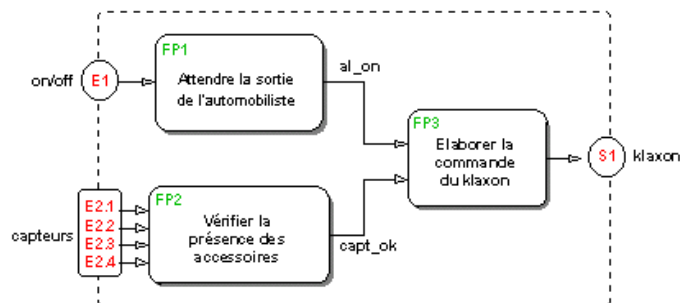
2.1 Les spécifications (ou cahier des charges)

Paragraphes où vous ferez apparaître clairement :

- Les fonctionnalités demandées
un robot qui avance mais qui recule aussi, capable de détecter un obstacle et de s'arrêter.
- les spécifications techniques :
 - vitesse du robot : 0.1m/s
 - capteur à ultrasons : 30cm de portée
 - moteur XXX imposé etc.....

2.2 Découpage fonctionnel

Le système est découpé sous forme de fonctions :



2.3 Etude des fonctions principales

2.3.1 Etude la fonction FP1

2.3.1 a-Etude théorique

Vous mettez votre étude théorique : une schéma électrique PARTIEL, vos calculs de composants et les explications SUCCINTES du fonctionnement attendu (ne pas hésiter à mettre des croquis , des chronogrammes !!!)

2.3.1 b-Validation en simulation

Vous pourrez inclure ici une validation par simulation de la fonction. Annotez directement les graphiques obtenus.

2.3.2 Etude la fonction FP1

2.3.3 Etude la fonction FP2 etc....

3- Réalisation du système

Décrire rapidement le processus de réalisation.

Ex : un circuit imprimé a été réalisé à l'aide du logiciel KICAD. Pour le routage de la carte certains paramètres ont été modifiés : etc....

Le circuit d'implantation est donnée en Annexe B3.1 etc...

Canevas

4 - Validation du système

L'objet est ici de montrer que le système a été réalisé et testé fonction par fonction. La validation finale ne vient qu'à la fin de ce processus !

4.1 Validation de FPxx

Décrire brièvement la stratégie de validation, le matériel utilisé. (en terme technique cela s'appelle un protocole de mesure)

Ex : Un signal carrée de fréquence 1Khz, d'amplitude crête de 1V est appliqué en entrée de la fonction FPxx.

Le signal de sortie a été relevé (voir annexe C4.2) puis comparé aux résultats théoriques de notre étude (voir Etude la fonction FPxx).

La fonction FPxx est validée car etc.....(on liste les conditions de bon fonctionnement) OU la fonction FPxx est invalidée car etc...

Mettre ici les oscillogrammes. N'oubliez pas les calibres. **Vous pouvez à l'aide du traitement de texte faire des annotations (flèches , texte etc...)**

4.2 Validation de FPxx+1

4.3 Validation de FPxx+2 etc...

4.4 Validation globale

Tous les fonctions sont interconnecté physiquement. Conclure ici sur le bon fonctionnement GLOBAL du système. On doit se référer aux spécifications

5- Bilan et perspectives

Conclusion finale. Mettre en avant son travail. Tenter d'expliquer ses échecs. Proposer des améliorations possibles aux systèmes.

ANNEXES TECHNIQUES

ANNEXES A

Inclure le schéma électrique GLOBAL

Inclure la nomenclature

ANNEXES B

Typon

Schéma d'implantation

ANNEXES C

Autre