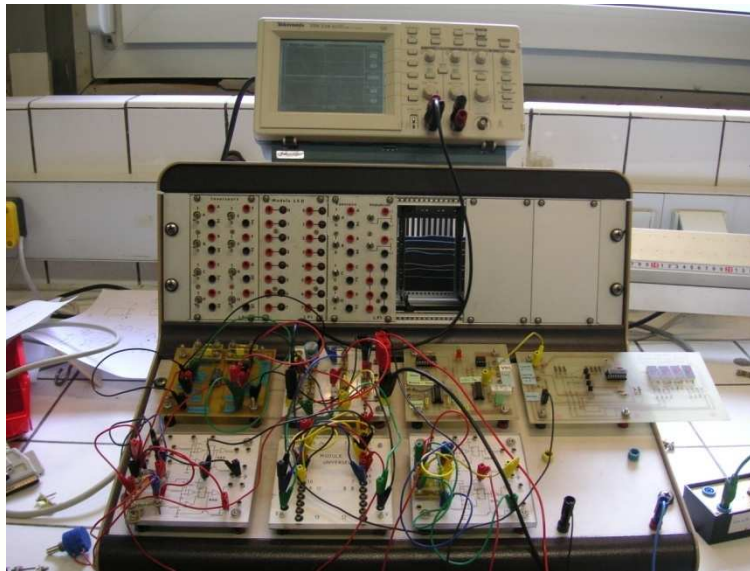


*Projet de Physique P6-3*  
*STPI/P6-3/2009 – 23*

## Télémètre à ultrason



**Etudiants :**

**Maxime DELAMARE**

**Jean-Baptiste GAGNEPAIN**

**Morgane VALERA**

**Lei GU**

**Françoise JUVANON DU VACHAT**

**Enseignant-responsable du projet :**

**Michel CLEVERS**



Date de remise du rapport : **22/06/09**

Référence du projet : **STPI/P6-3/2009 – 23**

Intitulé du projet : **Télémètre à ultrason**

Type de projet : **expérimental**

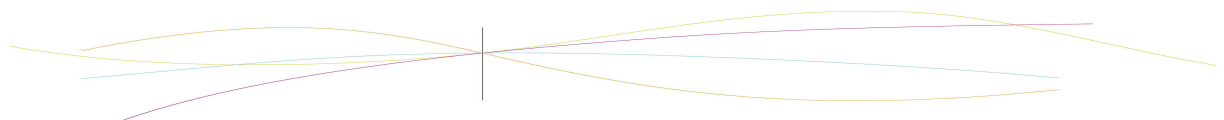
Objectif du projet :

**Notre projet a pour objectif la réalisation d'un télémètre à ultrasons pouvant mesurer la distance entre un émetteur et un récepteur. Le principe utilisé est celui de la propagation d'ondes ultrasonores de 40 kHz dans l'air. Ces derniers ont une vitesse approximative de 340 m/s.**

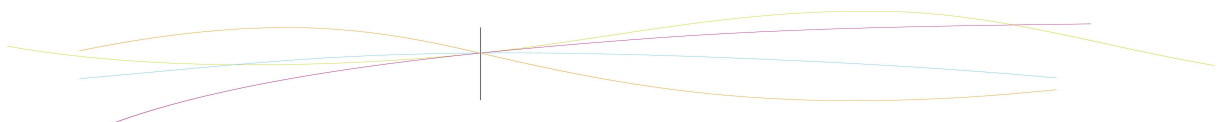
## TABLE DES MATIERES

1.	Introduction.....		
	.....6		
	a) contexte du travail		
	b) objectifs à atteindre		
	c) un peu d'histoire		
	d) principe du télémètre		
	e) présentation du télémètre		
2.	Méthodologie / Organisation du travail.....		9
3.	Travail réalisé et résultats .....		10
3.1.	Préambule .....		10
3.2.	Module d'émission.....		11
3.2.1.	Introduction.....		11
3.2.2.	NE555.....		11
3.2.3.	4538.....		13
3.2.4.	L'émetteur.....		13
3.3.	Module de réception.....		14
3.3.1.	La réception de l'onde.....		14
3.3.2.	Filtration et amplification du signal.....		14
3.4.	Module de commande.....		15

3.4.1.	L'horloge	du	compteur.....15
3.4.2.		Le	compteur.....15
3.4.3.		La	bascule.....15
3.5.		Module	d'affichage.....19
3.5.1.			Introduction.....19
3.5.2.			L'horloge.....19
3.5.3.	Déroulement	du	cycle de
	mesure.....21		
3.6.	Nécessité	d'une	masse
	virtuelle.....22		
3.6.1.			Introduction.....22
4.		Schéma	final du
	circuit.....23		
5.		Conclusions	et
	perspectives.....24		
6.	Bibliographie.....		
	.....25		



## NOTATIONS, ACRONYMES



## 1. INTRODUCTION

### a) CONTEXTE DU TRAVAIL :

C'est dans le cadre de notre scolarité que nous avons réalisé un projet de physique. Ce dernier a pour but, d'une part d'améliorer nos connaissances théoriques et notre pratique expérimentale, et d'autre part de nous faire toucher du doigt ce que le travail de groupe est ; car en tant que futurs ingénieurs nous savons qu'il est un outil clé.

Nous avons donc choisi de porter notre projet sur la réalisation d'un télémètre à ultrasons. Encadrés par M. Clevers, nous tenons avant tout à le remercier pour son aide précieuse et ses explications tout au long du projet.

### b) OBJECTIFS A ATTEINDRE :

Pour mener à bien la réalisation du télémètre à ultrasons, nous prévoyons de:

1. Réaliser un télémètre portatif par une pile de 9V.
2. Mesurer une distance de quelques mètres.
3. Afficher directement cette distance, en cm et sur trois chiffres.

### c) UN PEU D'HISTOIRE :

Ce n'est qu'en 1794 que Lazzaro Spallanzani soupçonna le premier l'existence des ultrasons. Ils furent découverts près d'un siècle plus tard, en 1883, par Francis Galton.

Pourtant, malgré leur tardive découverte, les ultrasons existent depuis toujours. Ils sont un atout essentiel dans le monde animal. La chauve souris est un exemple bien connu, mais d'autres espèces comme l'Amolops tormotus (dite « grenouille chinoise ») est aussi capable d'émettre et de recevoir des ultrasons, de plus de 100 kHz.

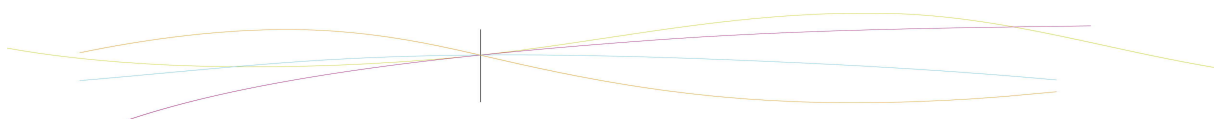
Mais avant tout, l'ultrason est un son et donc, par définition, une onde mécanique et élastique.

Comme son nom l'indique, l'ultrason a une fréquence trop élevée ( $> 20\,000$  Hz) pour être audible par l'oreille humaine. Mais néanmoins ce dernier se trouve être un excellent outil au service de l'Homme dans les domaines de la médecine (échographie et thérapie par ultrasons focalisés), de la chimie et de la biologie (la sonication)... et de la télémétrie!

C'est sur ce dernier domaine que nous avons porté notre projet de P6\_3.

### d) PRINCIPE DU TELEMETRE :

Le principe du télémètre à ultrasons est de mesurer la distance d'un objet, plus ou moins lointain, en utilisant les propriétés de propagation d'onde ultra sonore. Cet



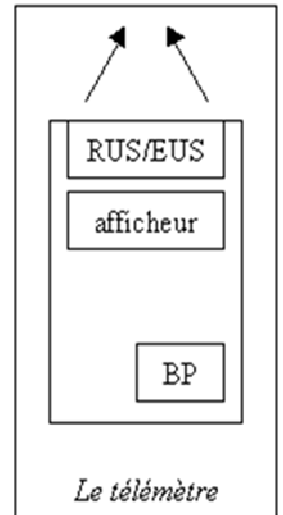
appareil est un capteur actif qui émet une salve d'ultrasons et qui attend le retour d'un écho. Le temps d'attente est proportionnel à la distance parcourue par le son, soit un aller-retour, selon la relation :

$d = c \cdot t$  où  $d$  = distance parcourue ;  $c$  = célérité ;  $t$  = temps mis par l'onde pour parcourir l'aller et le retour.

Suite à cela, nous pouvons d'ores et déjà soulever deux problèmes.

Le premier est que compte tenu de l'aller-retour parcouru par l'ultrason, la distance calculée est alors deux fois celle attendue. Il faudra alors penser à diviser cette dernière en deux.

Deuxièmement, la vitesse du son dans l'air est d'environ 344m/s à une température  $\square = 20^{\circ}\text{C}$ , et dépend de la température du milieu. Pour faciliter notre projet nous avons décidé de considérer notre milieu à une température de  $20^{\circ}\text{C}$ . Néanmoins, nous aurions pu intégrer un thermomètre dans le télémètre. Les conditions optées par le groupe sont donc un milieu homogène et transparent, à une température de  $20^{\circ}\text{C}$  et une pression de 1013hPa.

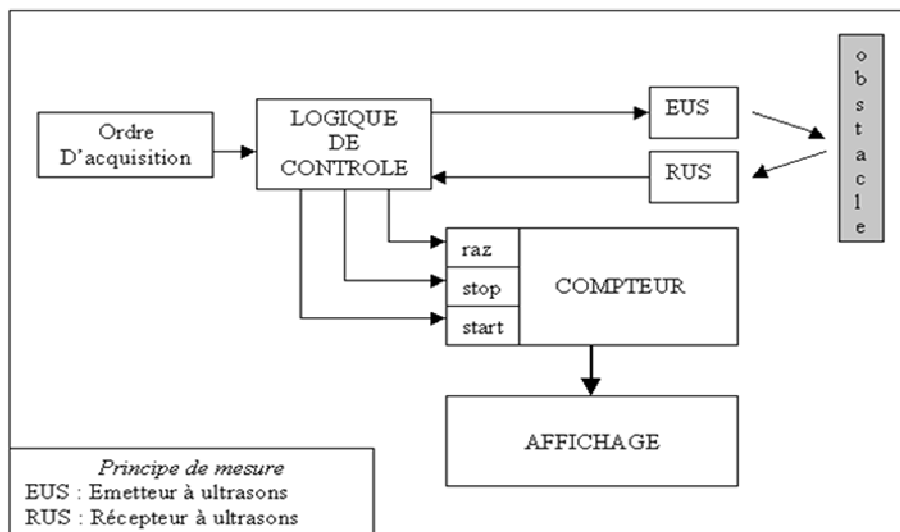


a) Présentation du télémètre

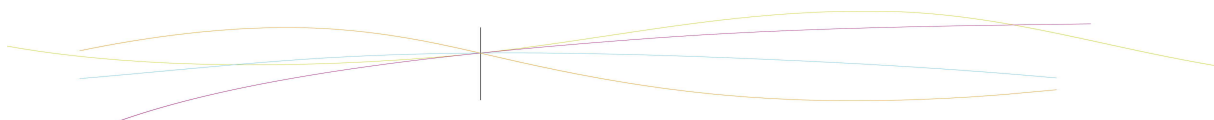
e) PRESENTATION DU TELEMETRE :

Le télémètre est doté d'un bouton afin de lancer une acquisition et d'un afficheur pour visualiser la distance en cm.

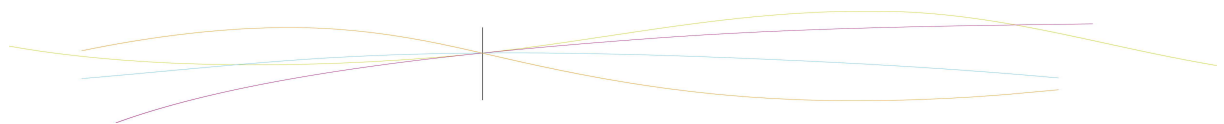
Du schéma du fonctionnement du télémètre ci-après on peut dégager quatre modules : module d'émission, module de réception, module d'affichage et un module de commande.



b) Fonctionnement du télémètre







## 2. METHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Du fait que le télémètre soit constitué de quatre modules, nous nous sommes répartis les tâches selon ces quatre derniers.

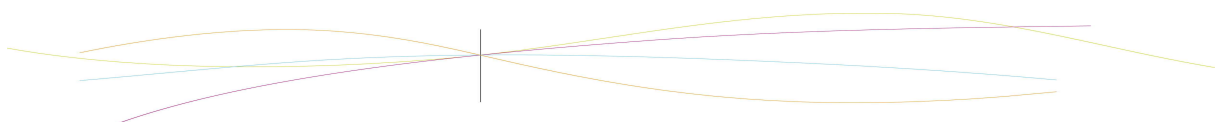
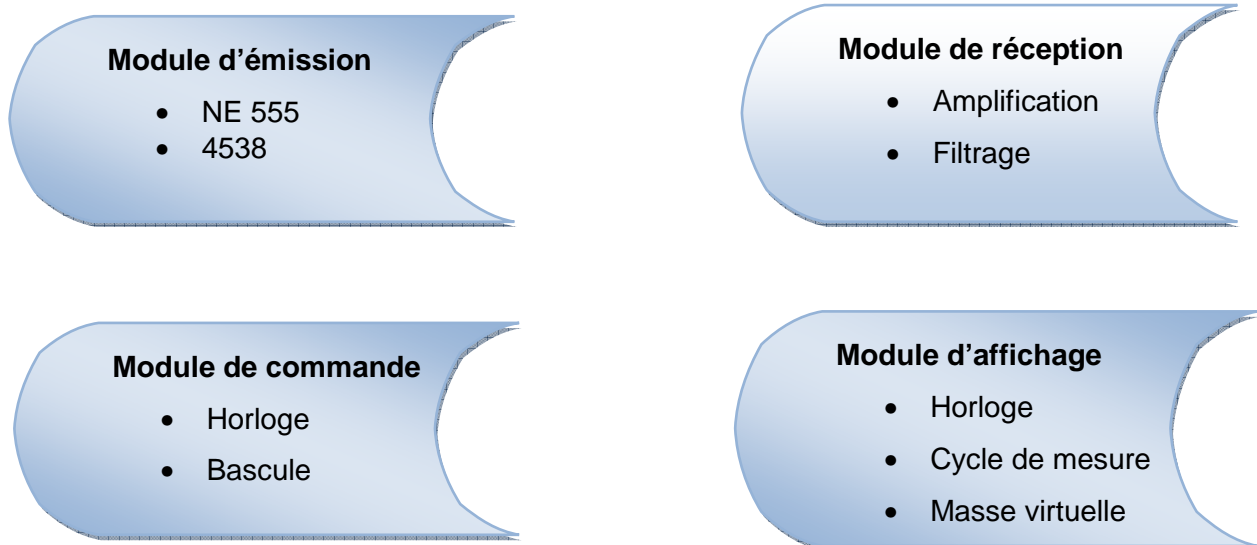
Maxime Delamare s'est occupé du module d'affichage, Jean-Batiste Gagnepain et Lei Gu se sont chargés du module d'émission, Françoise Juvanon Du Vachat s'est consacré au module de commande et enfin Morgane Valéra a travaillé sur le module de réception.

Néanmoins, bien que chacun ait eu un rôle bien précis, nous avons commencé par travaillé ensemble. Le module d'émission et une partie du module affichage (la bascule, les fonctions NAND (« not and ») et NOR (« not or »)) ont toutefois été vus et traités par l'ensemble des élèves. Lors des premières séances, M. Clevers nous a présenté le sujet et a soulevé quelques problèmes qu'impliquait la réalisation d'un télémètre à ultrasons.

Tout d'abord, nous avons réalisé quelques expériences afin de trouver à quelle fréquence les salves d'ultrasons allaient être envoyées. C'est par un diagramme de Bode que nous avons pu y répondre : La fréquence optimale est de : 40Kz (voir explications et diagramme de Bode ci-après).

Ensuite, M. Clevers nous a également fait remarquer la perte d'amplitude du signal retour. Nous reviendrons sur ce point et en donnerons une explication au paragraphe Module de réception amplification et filtrage. Notre professeur nous a également exposé les différents modules du télémètre.

Enfin, nous avons commencé l'étude du module d'émission avec ses composants ( NE555, 4538...), puis le module commande et enfin chaque élève s'est intéressé de plus près au module lui avait été assigné.



### 3. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

#### 3.1. Préambule

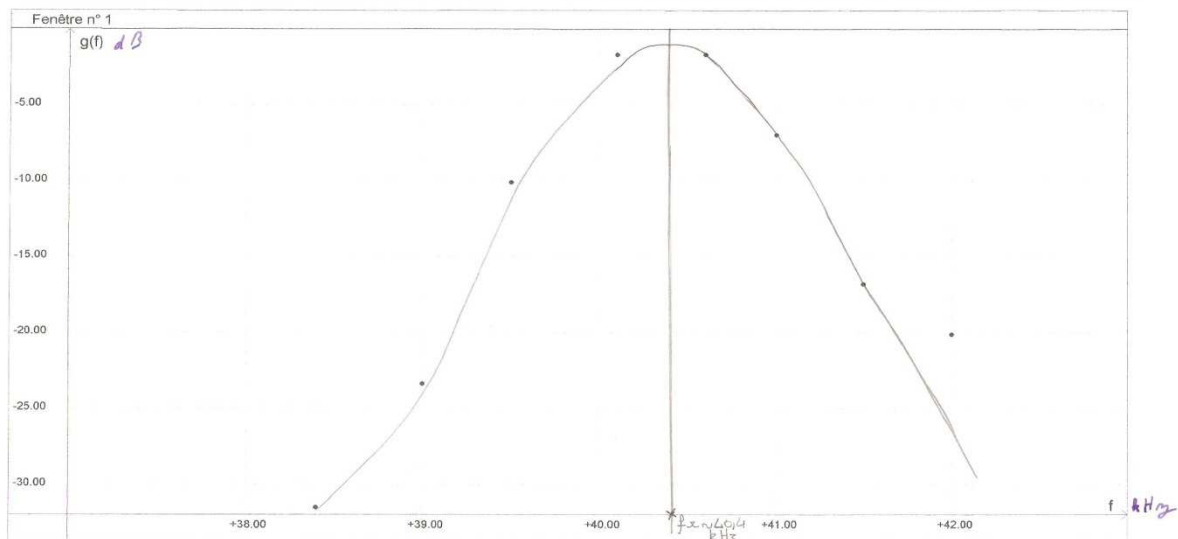
##### Détermination de la fréquence de résonance des transducteurs

Le premier jour, l'une des premières manipulations a été de déterminer la fréquence de résonance des transducteurs. Cela allait nous donner la fréquence de l'onde que notre télémètre à ultrason allait émettre. Nous avons choisi la fréquence de résonance car c'est avec cette fréquence que nous obtenons les meilleurs résultats.

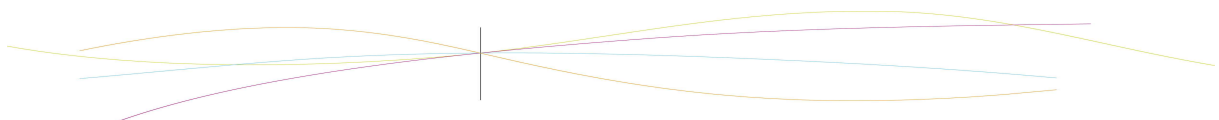
Pour cela, nous avons tracé la courbe de réponse en fréquence (une courbe de Bode).

Nous avons placé les transducteurs à quelques centimètres l'un de l'autre. Puis, nous avons fait varier la fréquence à l'aide d'un GBF. Pour chaque fréquence, nous avons relevé l'amplitude du signal reçu grâce à un oscilloscope. Ensuite, à l'aide de ces valeurs, nous avons tracé le gain en fonction de la fréquence soit la courbe de Bode. Le pic de la courbe correspond à la fréquence de résonance, nous avons donc mesuré une fréquence d'environ 40kHz, ce qui correspondait à ce que nous avait dit notre professeur.

SYNCHRONIE 2003 Le 09/02/2009



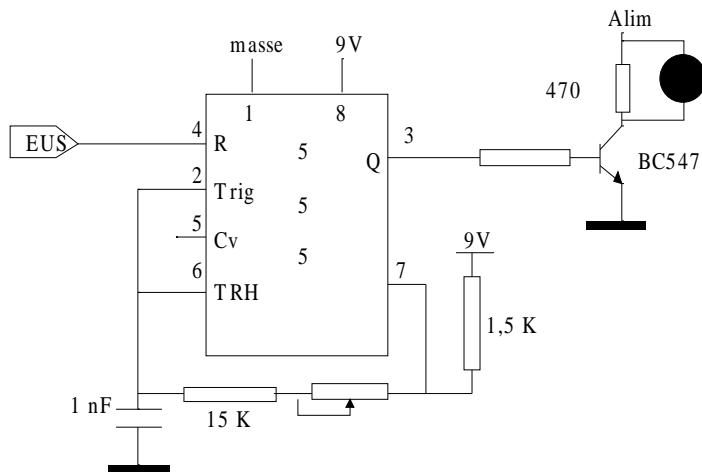
*Modélisation du gain en fonction de la fréquence.*



### 3.2. Module d'émission

#### 3.2.1. Introduction

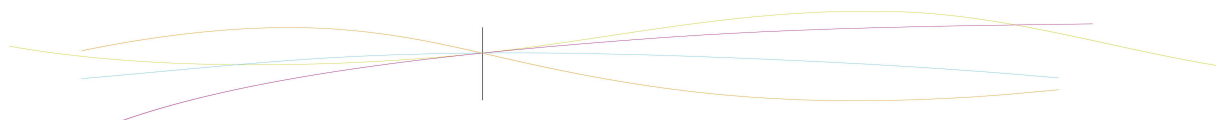
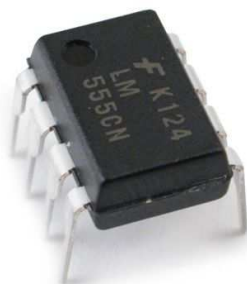
Le module d'émission se caractérise par un fonctionnement qui résume bien l'ensemble de nos travaux du projet. En effet, nous avons utilisé un montage générant un monostable (un état stable). La sortie de ce montage commandera un autre montage générant un autre signal, de type astable (deux états stables). Ce dernier permet de générer une onde de 40 kHz durant un temps égal au temps où le monostable émet, ce qui équivaut à une dizaine de périodes de 40 kHz dans notre montage. Ensuite, un émetteur à ondes ultrasonores est placé en face d'un récepteur adapté (pour le début du projet tout du moins) qui permettra d'envoyer les ondes. Nous calculerons ensuite la distance mise par l'onde ultrasonore pour parcourir la distance entre la surface à mesurer et le récepteur.



Nous prévoyons un potentiomètre de 4,7 K en série avec la résistance de 15K afin d'affiner la fréquence.

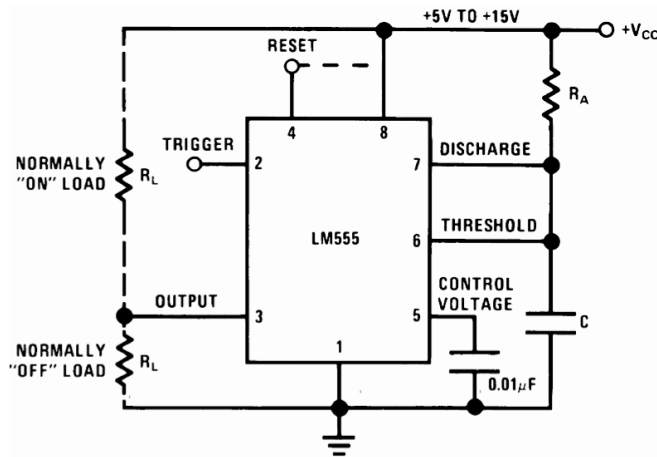
La fréquence de l'onde est :  $f = \frac{1,49}{(R_a + 2R_b)C}$ .

#### 3.2.2. NE 555



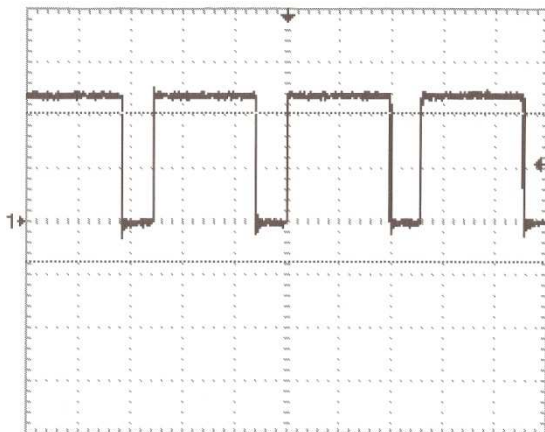
Le NE555 (plus couramment nommé 555) est un circuit intégré utilisé pour les minuteurs électroniques, commercialisé dès 1971. C'est l'un des circuits intégrés parmi les plus populaires jamais construits. Ce composant est toujours utilisé de nos jours en raison de sa facilité d'utilisation, son faible coût et sa stabilité. Un milliard d'unités sont fabriquées chaque année.

Le NE555 peut fonctionner selon trois modes : monostable, astable ou bistable.

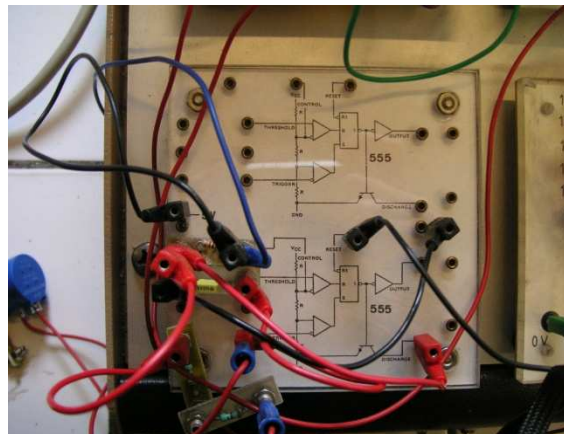


Application :

Le circuit 555 est encore utilisé dans le milieu de l'éducation. On le trouve également dans des montages simples nécessitant peu de composants et une conception rapide (clignotement de DEL, mesure de température).

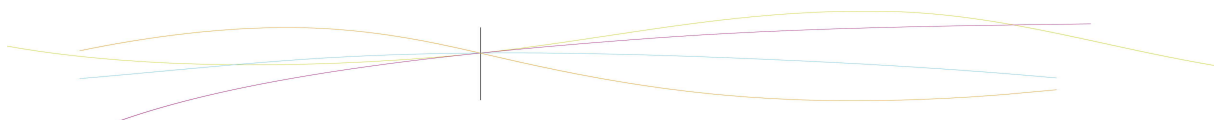


**Visualisation aux bornes du NE555**



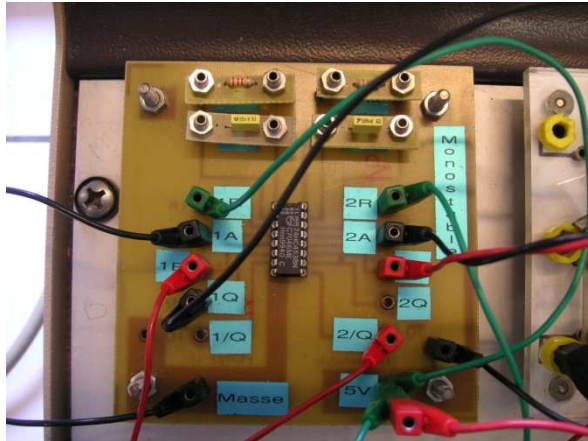
**NE 555 utilisé dans notre montage**

Lors de notre seconde séance, le 16/01/09, ainsi que la séance d'après, nous avons étudié de près ce composant et son rôle dans le montage. Son utilisation se fait dans ce cas en mode astable, afin de générer un signal carré de 40 kHz lorsque l'on lui fourni une tension, signal que l'on peut voir sur le graphique si dessus. Pour déterminer la valeur des résistances que l'on a pu régler grâce au potentiomètre, on utilise la formule suivante :



$f = \frac{1,49}{(R_a + 2R_b)C}$ , où l'on pose  $R_a = 1,5k\Omega$ ,  $f = 40kHz$ ,  $C = 1nF$ , et on obtient  $R_b = 17,875 k\Omega$ , ce que l'on règle donc sur le circuit. C'est une valeur non normalisée de résistance, c'est pour cela que nous devons utiliser un potentiomètre.

### 3.2.3. 4538



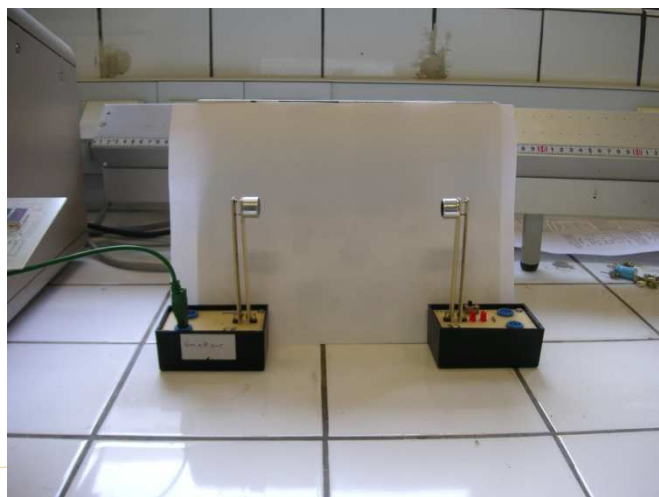
Le circuit monostable donne un signal d'état donné pour une durée désirée. La durée de l'impulsion est réglable à l'aide d'une résistance et d'un condensateur par la relation:  $T = 0,7 * RC$ .

-Pour la remise à zéro du compteur, nous avons choisi pour l'impulsion une durée de 0,023 ms ( $R = 2,2k\Omega - C = 15nF$ ) temps inférieur à la période d'horloge du compteur 0,058 ms)

-L'autorisation d'émettre dure 0, 23 ms ce qui correspondra à une salve de 10 périodes du signal émis (40 kHz)

Le signal émis est donc carré, de durée désirée, réglable grâce à l'interrupteur, et permet de fournir une tension au composant 555 qui pourra émettre une salve durant la même durée, et de fréquence 40kHz

### 3.2.4. L'émetteur



Nous avons très peu étudié ce composant qui permet d'émettre des ultrasons de fréquence de 40kHz, durant un temps déterminé par le 4538.

### 3.3. Module de réception

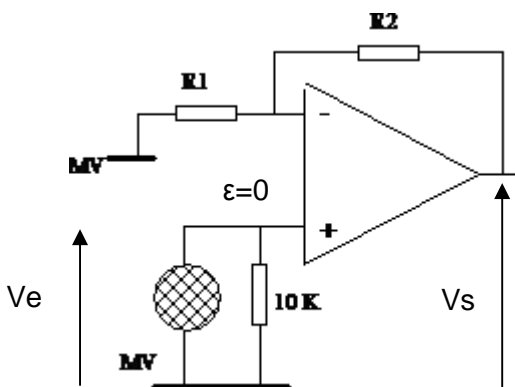
#### 3.3.1. La réception de l'onde

Une fois l'onde ultra sonore émise, elle rebondit sur l'obstacle et est renvoyée vers le récepteur qui délivre alors un signal électrique en sortie. Cependant ce dernier, en plus d'être très faible, se confond avec des bruits parasites. Il faut alors le filtrer et l'amplifier.

#### 3.3.2. Filtration et amplification du signal

L'amplification :

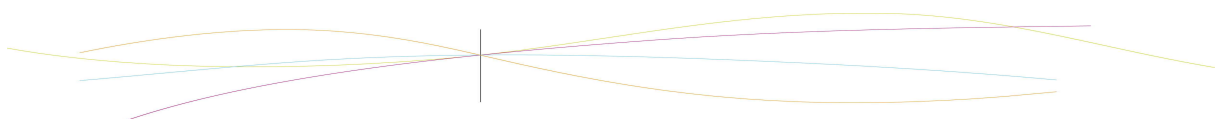
Le signal émis perd en amplitude lors de son retour vers le récepteur. Il faut alors amplifier le signal issu du récepteur. Ceci passe par l'utilisation d'un montage amplificateur à base de résistances et d'un amplificateur opérationnel.



Caractéristiques de l'amplificateur opérationnel :

- Montage non inverseur
- Régime permanent
- $\epsilon=0$
- mode linéaire

Schéma pour l'amplification



En utilisant les caractéristiques de l'amplificateur opérationnel (voir schéma), on calcule le rapport :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{R1 + R2}{R1} = 1 + \frac{R2}{R1}$$

Le signal est donc amplifié dans un rapport de :

$$1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Le filtrage :

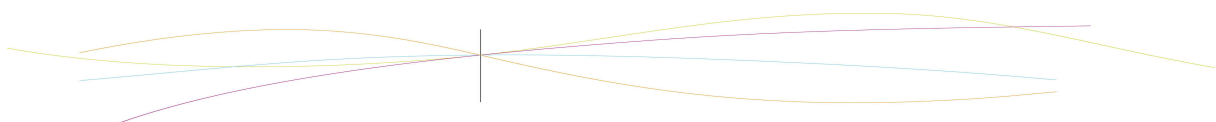
Une fois l'onde ultra sonore émise, elle rebondit sur l'obstacle et est renvoyée vers les récepteurs qui délivrent alors un signal électrique en sortie. Cependant ce dernier se confond avec des bruits parasites. Il faut alors aussi le filtrer. On utilise alors un filtre.

Un filtre est un circuit électronique qui réalise une opération de traitement du signal. Autrement dit, il atténue certaines composantes d'un signal et en laisse passer d'autres. Il existe différents types de filtre (passe-haut, passe-bas, passe bande, et réjecteur de bande).

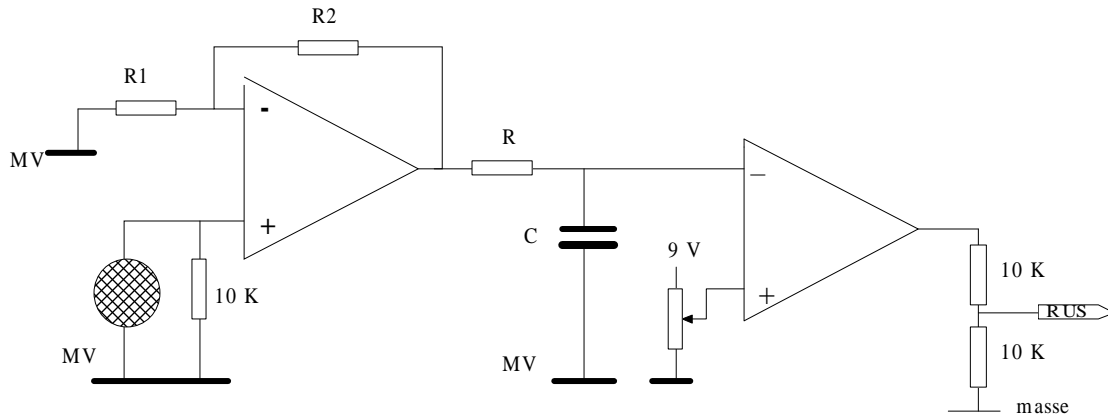
Etant donné que l'on veut filtrer les parasites tout en conservant les ultrasons, il faut utiliser un filtre passe-bas : Il ne laisse passer que les fréquences au-dessous de sa *fréquence de coupure*.

Par ailleurs, nous savons que la fréquence de coupure a pour formule :

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \text{ et vaut } 40 \text{ Khz.}$$







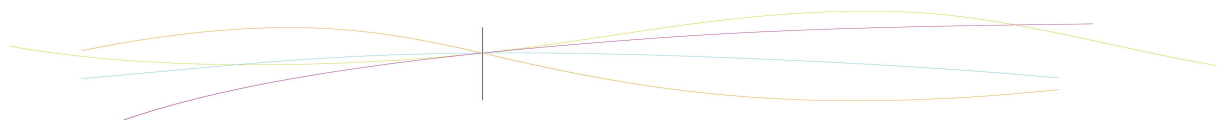
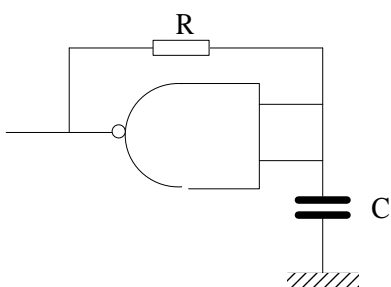
Comme nous pouvons le voir sur la figure donnée ci-dessus, un amplificateur opérationnel monté en comparateur permet de comparer une tension par rapport à une référence donnée. Il s'agit en outre de la tension d'alimentation (9V), ajustée par un potentiomètre, et de la masse virtuelle. Son niveau de sortie est soit positif (représenté par un état) soit négatif (au potentiel de la tension d'alimentation). En d'autres termes la sortie peut être de l'ordre de la masse ou de celle de Vcc. Dans le premier cas il y'a réception du signal, dans le second cas il n'y a pas réception.

### 3.4. Module de commande

Le module de commande gère l'ordre d'émettre, la remise à zéro du compteur et la neutralisation de la prise en compte d'une réception.

#### 3.4.1. L'horloge du compteur

On utilisera un circuit intégré □ trigger de Schmitt □ 4093. La fréquence de 17 kHz



### 3.4.2. Le compteur

Pour cette partie la, ainsi que pour l'horloge, nous avons utilisé une plaquette déjà montée donc nous l'avons très peu étudiée, parce que c'était de l'électronique assez compliqué et aussi par manque de temps. Le principe est abordé dans la partie « introduction du module d'affichage »

### 3.4.3. La bascule

Afin de pouvoir démarrer et arrêter le compteur, nous allons utiliser une bascule RS. Ce composant nous permettra donc de pouvoir calculer le temps que met l'onde a revenir vers le récepteur.

Tout d'abord, nous allons voir le fonctionnement général d'une bascule RS puis nous verrons comment nous utiliserons cette bascule dans notre montage.

Tout d'abord, il faut savoir qu'un circuit ne peut avoir que 2 états : un état haut (+ 5 V) et un état bas (0V). Ces états sont désignés en binaire comme valant 0 ou 1. Ces états sont fonctions de l'état des composants en série dans le circuit.

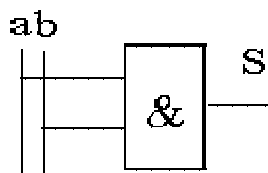
Etat 0 : Le circuit est ouvert. Pour un circuit électrique cela correspond à une absence de différence de potentiel entre les bornes du circuit.

Etat 1 : Les actionneurs sont à l'état 1 lorsqu'ils sont alimentés. Pour un circuit électrique cela correspond à une différence de potentiel entre les bornes du circuit.

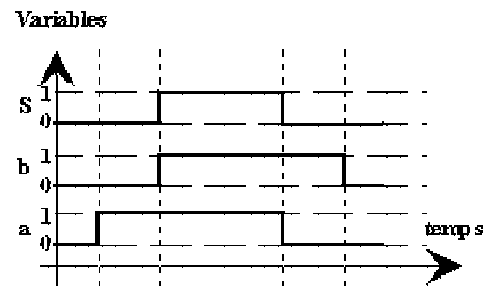
Voici les différentes fonctions logiques :

a) Fonction ET

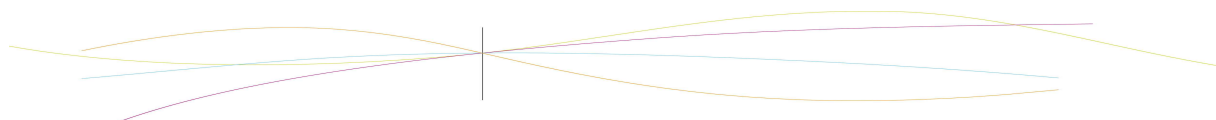
Equation :  $S = a.b$



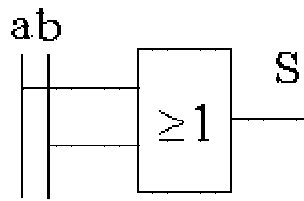
a	b	S
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1



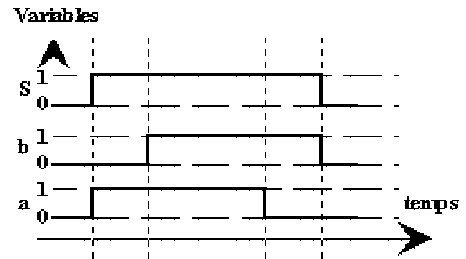
b) Fonction OU



Equation :  $S = a + b$



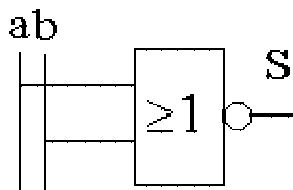
a	b	S
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1



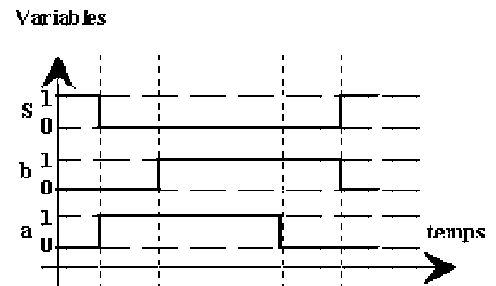
Les deux fonctions suivantes sont en fait l'inverse des deux fonctions expliquées ci-dessus.

c) Fonction NOR (ou NOT OR) soit le contraire de la fonction OU

Equation :  $S = \overline{a+b}$

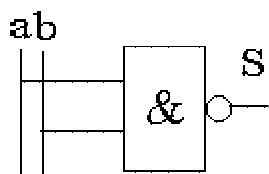


a	b	S
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

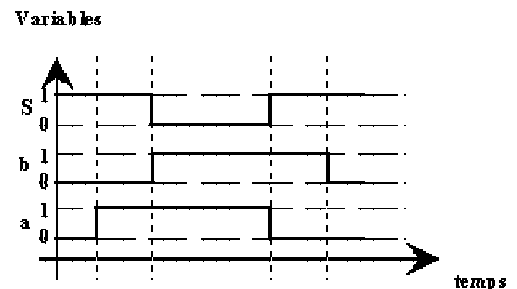


d) Fonction NAND soit le contraire de la fonction ET

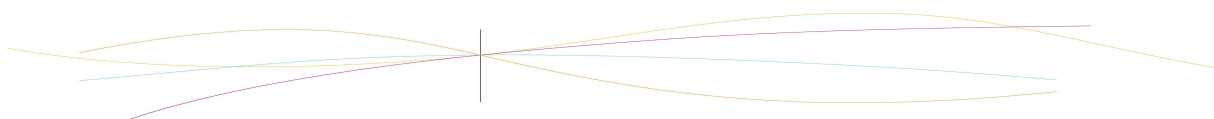
Equation :  $S = \overline{a \cdot b}$



a	b	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Les bascules logiques sont les éléments les plus simples qui constituent les mémoires. Elles utilisent la logique séquentielle qui est une logique qui fait intervenir en plus de la combinaison de variables d'entrées donnée, l'état dans lequel se trouve la sortie S à un instant donné. Les mémoires sont réalisées par des opérateurs logiques qui peuvent stocker une information jusqu'à ce que cette information soit effacée par une autre information.



L'opération de stockage d'information s'appelle "SET" (Mise à un) l'opération d'effacement s'appelle "RESET" (Mise à zéro).

On peut réaliser cette fonction mémoire avec des portes logiques OU-NON ou ET-NON.

A la mise sous tension de la bascule, les sorties peuvent prendre l'une des deux combinaisons possibles complémentaires :

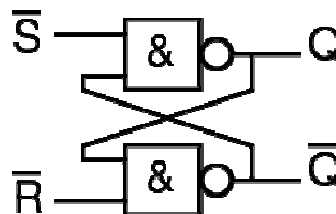
- $Q = 0$  et  $\bar{Q} = 1$
- $Q = 1$  et  $\bar{Q} = 0$

L'état de repos des entrées est  $\bar{R} = \bar{S} = 1$ . Dans cet état, la valeur des sorties  $Q$  et  $\bar{Q}$  dépend de l'histoire du système :

- Si  $\bar{R}$  passe à 0 (Reset), la sortie  $Q$  passe à 0 et  $\bar{Q}$  passe à 1. Les sorties n'évoluent pas lorsque  $\bar{R}$  repasse à 1
- Si  $\bar{S}$  passe à 0 (Set), la sortie  $Q$  passe à 1 et  $\bar{Q}$  passe à 0. Les sorties n'évoluent pas lorsque  $\bar{S}$  repasse à 1
- Si  $\bar{R}$  et  $\bar{S}$  sont à 0, les deux sorties  $Q$  et  $\bar{Q}$  valent 1. L'appellation  $Q$  et  $\bar{Q}$  n'est plus appropriée. Dans la majorité des cas d'utilisation de ce type de bascule on préfère éviter ce cas de fonctionnement.

Il en résulte le tableau récapitulatif suivant (table de vérité de la bascule):

$S$	$R$	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
0	0	X	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	$Q_n$	$\bar{Q}_n$

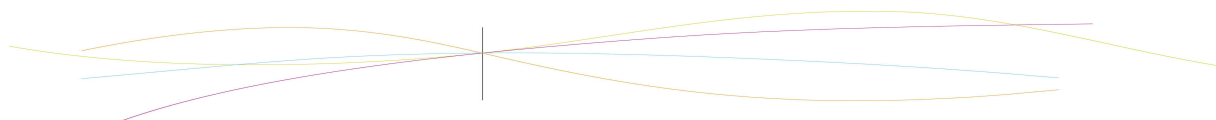


On branchera le signal carré de sortie du module de réception sur l'entrée « Reset » de la bascule et la sortie du monostable sur l'entrée « set ».

### 3.5. Module d'affichage

#### 3.5.1. Introduction

Le principe utilisé est l'incrémentement d'un compteur tous les deux centimètres parcourus par la salve d'ultrasons, ce qui correspond à un centimètre dans le sens aller et un centimètre dans le sens retour. Etant donnée la vitesse de propagation des ultrasons, on déduit la fréquence



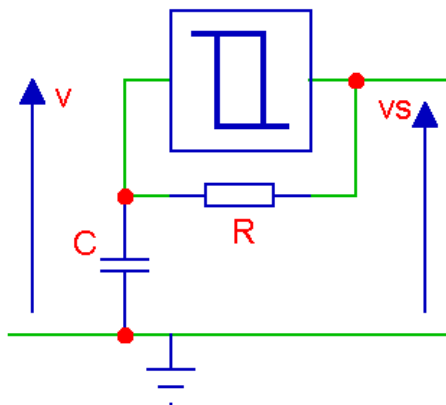
d'incrémentation du compteur :  $f=1/T=v/(2d)$  avec  $d=1$  cm et  $v=341$  m/s. Numériquement,  $f=17.05$  kHz.

Lors du lancement d'une mesure, la sortie Q de la bascule R-S est à 1 et l'oscillateur 555 A peut alors entrer en oscillation. Ce 555 va constituer la base de temps de notre système. Sa sortie va directement attaquer les compteurs, tous placés en cascade. Les compteurs vont générer trois mots BCD (Binary Coded Decimal) représentatifs respectivement des unités, dizaines et centaines.

Les trois mots BCD représentatifs des unités dizaines centaines, ne peuvent pas commander directement l'afficheur, il faut passer par un, ou plutôt trois dans notre cas, décodeurs d'afficheur.

### 3.5.2. L'horloge

Sur notre schéma électrique, il existe un oscillateur à trigger de Schmitt qui génère ce signal d'horloge.

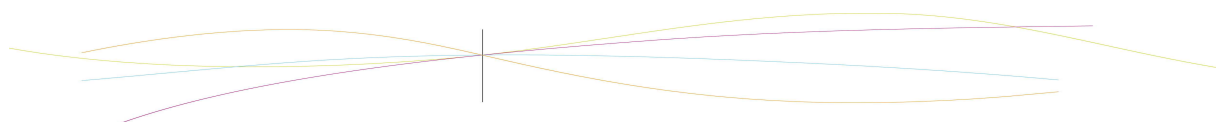


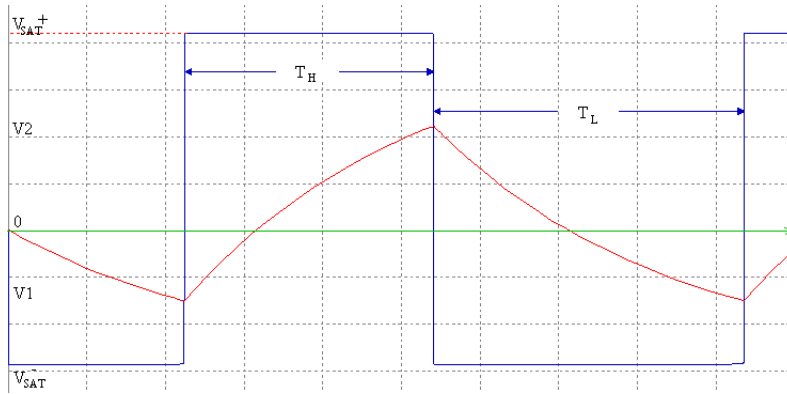
Cet oscillateur est en fait un oscillateur astable, c'est à dire que c'est un générateur de signaux rectangulaires.

Si à la mise sous tension la tension  $v$  est nulle; la tension de sortie va valoir soit  $V_{SAT+}$  soit  $V_{SAT-}$ , on prendra  $v_s = V_{SAT+}$  pour rendre les choses claires.

Le principe est simple, le condensateur se charge vers  $V_{SAT+}$ , mais au moment où la tension  $v$  atteint le seuil  $V_2$  le condensateur se charge vers  $V_{SAT-}$ . De même lorsque la tension  $v$  atteint  $V_1$  la tension de sortie va basculer vers  $V_{SAT+}$

Excepté la mise sous tension, la tension  $v$  évolue donc constamment entre  $V_1$  et  $V_2$ .





Le système suit une période T qui vaut :  $T = T_H + T_L$  .

Laissez-moi-vous résumer l'équation générale de cet oscillateur astable:

- Pour un condensateur  $q = C.v$ .
- Pour le courant  $i = dq/dt$

On en conclut  $i = C \cdot \frac{dv}{dt}$  donc :

Il suffit donc d'exprimer la tension de sortie  $v_s$  :

$$v_s = R.i + v = RC \cdot \frac{dv}{dt} + v$$

avec  $v_s = V_{SAT}^+$  ou  $v_s = V_{SAT}^-$  on obtient donc une équation différentielle du premier degré à coefficients constants dont la solution peut s'écrire :

$$v = (V_{ini} - V_{\infty}) \cdot \exp\left(\frac{-t}{RC}\right) + V_{\infty}$$

Calculons l'équation de la période du système:

Si  $v_s = V_{SAT}^+$  :  $V_{\infty} = V_{SAT}^+$  et la tension v évolue entre  $V_1$  : valeur initiale et  $V_2$  : valeur finale. On note  $T_H$  la durée à l'état haut de  $v_s$  , on a

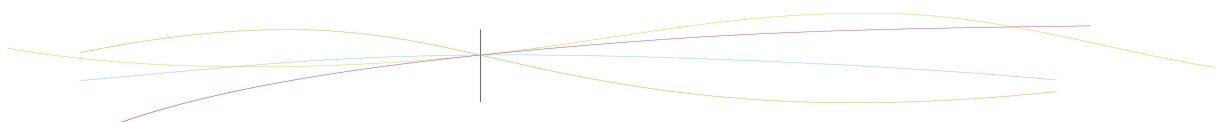
$$V_2 = (V_1 - V_{SAT}^+) \exp\left(\frac{-T_H}{RC}\right) + V_{SAT}^+$$

On en déduit :

$$T_H = RC \cdot \ln \frac{V_1 - V_{SAT}^+}{V_2 - V_{SAT}^+}$$

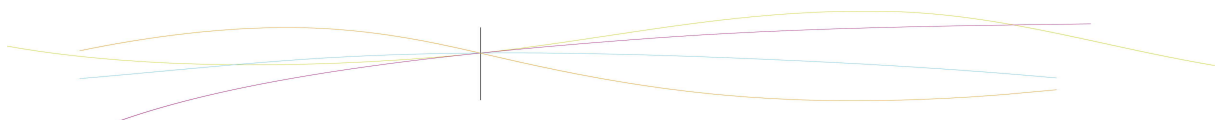
La période s'écrit :

$$T = RC \cdot \ln \left( \frac{V_{SAT}^+ - V_1}{V_{SAT}^+ - V_2} \cdot \frac{V_{SAT}^- - V_2}{V_{SAT}^- - V_1} \right)$$



### 3.5.3. Déroulement du cycle de mesure

Lors d'une demande de mesure par l'utilisateur, le compteur est remis à zéro et lancé. Simultanément, l'émetteur envoie une salve d'ultrasons d'une durée de 0.26 ms. Le compteur est arrêté dès réception de l'écho. Cependant, immédiatement après l'émission, le récepteur capte le signal émis, qui peut être pris pour le retour de l'écho. Or, ce signal ne doit pas déclencher l'arrêt du compteur, c'est pourquoi pendant une durée de 0.68 ms après le début du cycle, l'arrêt du compteur ne peut se faire, même si le récepteur capte un signal. Dans le cas où aucun écho n'est reçu, le compteur ne s'arrête pas, mais est de toute façon remis à zéro lors d'une nouvelle demande de mesure.



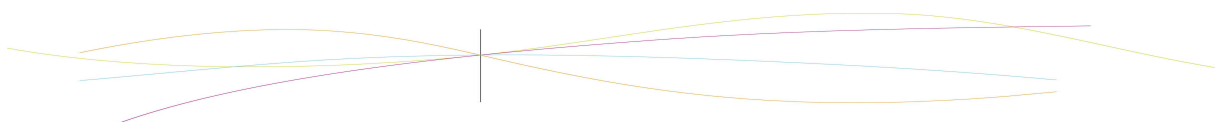
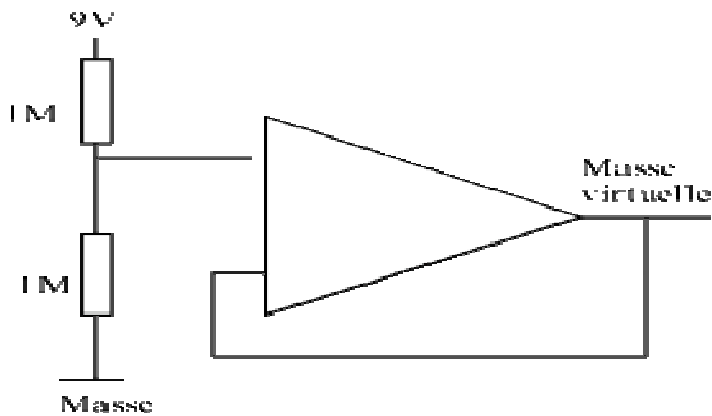
### 3.6. Nécessité d'une masse virtuelle

#### 3.6.1. Introduction

Pour rendre possible l'amplification et la conversion, due à l'utilisation des amplificateurs opérationnels, il nous faut une alimentation qui va de +Vcc à -Vcc. Or le but de notre projet est de développer un télémètre transportable, donc nous ne disposerons que d'une pile de 9V. Nous avons dû réaliser une masse virtuelle.

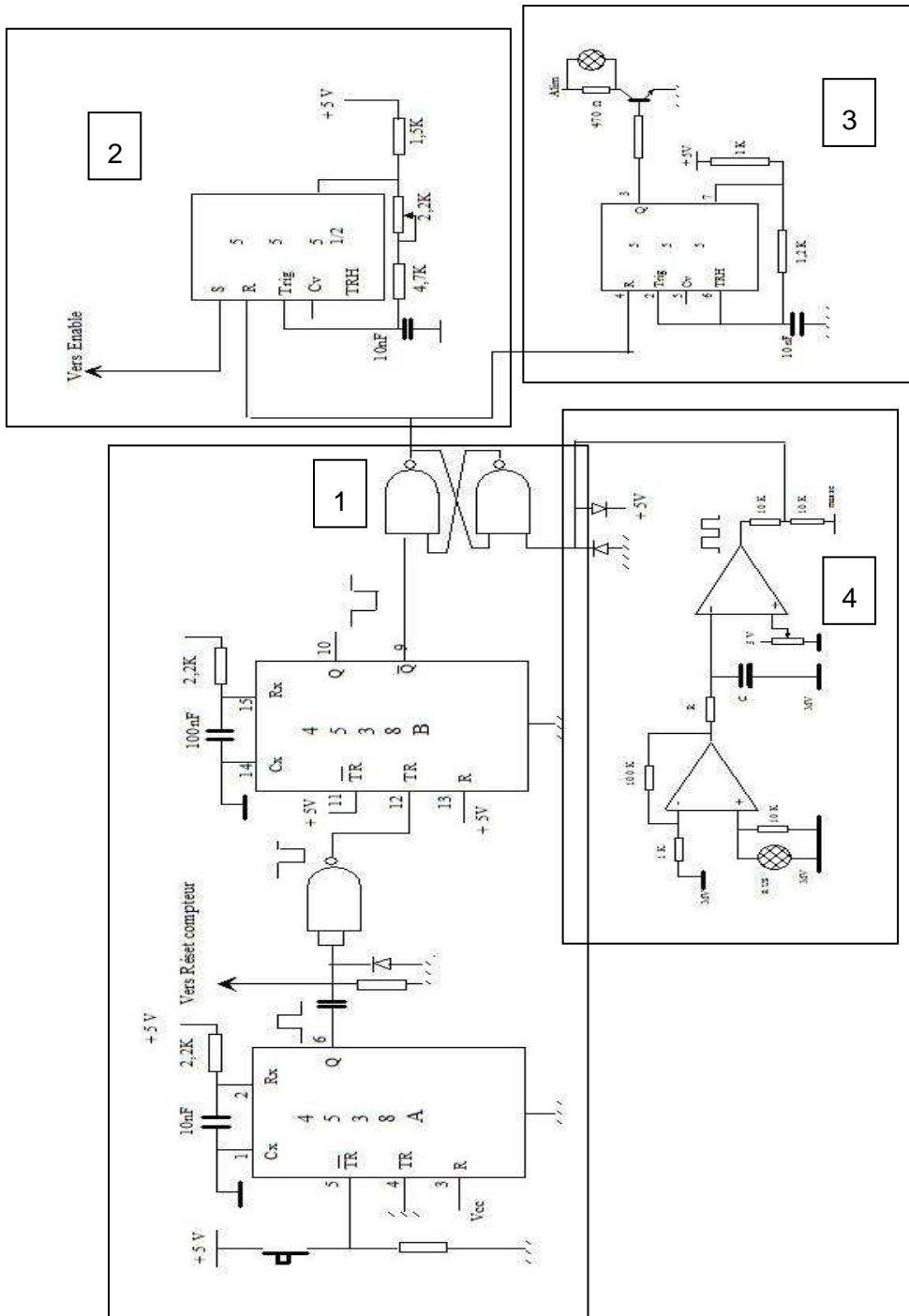
- Réalisation d'une masse virtuelle.

Le but d'une masse virtuelle est d'établir un point de potentiel à 4,5V (9/2). Pour cela on aura besoin d'un pont diviseur de tension avec deux résistances de 1MΩ (limitation de la perte par effet joule) dont le potentiel milieu (4,5V), d'où il ne doit sortir aucun courant, est connecté à l'entrée positive de l'amplificateur opérationnel monté en suiveur. La sortie de l'AOP est donc à 4,5V avec une résistance interne très faible. En alimentant les AOP en 0-9V et en traitant notre signal par rapport à la masse virtuelle, tout ce passe comme si les AOP étaient alimentés en -4,5V et + 4,5 V par rapport à celle-ci.

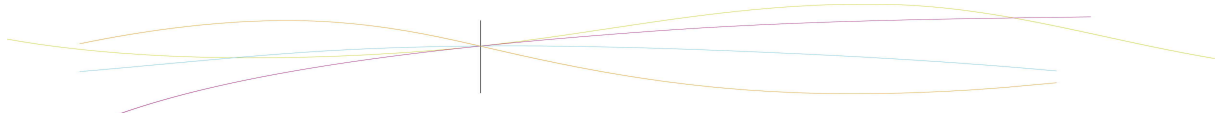




#### 4. SCHEMA FINAL DU CIRCUIT



Voici le schéma final du circuit, où l'on peut voir les différents modules abordés lors de ce dossier, et les composants utilisés pour le montage. On peut décomposer ce schéma en quatre parties, qui s'articulent autour de la bascule, placée en 1. La bascule est donc le composant principal du module de commande, et au dessus à droite en 2, on peut voir le module d'affichage avec l'horloge et le 555. En bas à



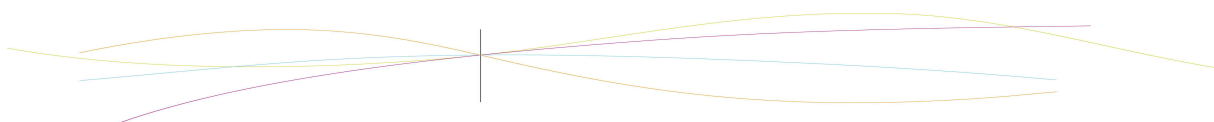
droite, placé en 3, c'est le module d'émission qui permet d'émettre le signal ultrasonore de 40 kHz, composé d'un 555, de résistances, d'un condensateur et de l'émetteur en question. Ensuite, en bas à gauche, au numéro 4, se trouve le module de réception avec le récepteur, et le système de filtration et d'amplification. Enfin, en 1 se trouve aussi le reste du module de commande, composé notamment de l'alimentation et du 4538, qui permet, comme on l'a vu, de générer un signal carré donnant de la tension dans le circuit durant le temps d'une salve.

## 5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Pour conclure sur cet UV de P6-3, nous pouvons tous dire que ces cours nous a beaucoup apporté, que ce soit au niveau théorique ou au niveau pratique. En effet, nous avons du approfondir certaines notions que nous avons vu en première année, en P3. Et grâce aux expériences et aux explications de M.Clevers, nous avons mieux compris ces notions. De plus, les expériences pratiqués pendant cet UV ont été intéressantes, différentes parfois de toutes celles que avions pu faire auparavant. Il faut aussi rajouter que nous avons du travailler en groupe, ce qui nous a obliger d'apprendre à répartir des tâches, écouter les autres... Le travail en groupe étant quelque chose d'important dans notre futur métier d'ingénieur, il est bon de nous exercer avant, pendant notre formation. Avec les cours, nous n'avons que peu de moment ou nous pouvons travailler en groupe et cet UV a été une bonne occasion. De plus, nous avons pour une fois, travaillé avec des élèves que nous ne connaissons peu, ce qui a permis de travailler avec d'autres personnes.

Cet UV a donc été très intéressante, malgré le fait que notre télémètre à ultrason ne marche pas. Mais cela est un détail, car le but était surtout de comprendre le fonctionnement du télémètre à ultrason, sa fabrication n'étant qu'une option. De plus, par manque de temps, nous n'avons pas pu justement fabriquer un télémètre à ultrason autrement que sur les pupitres du laboratoire de physique et pas un télémètre tenant dans un boîtier, alimenté par une pile. Mais, comme précisé auparavant, cela n'est vraiment pas le plus important dans le cadre de cet UV.

Il reste, bien sur, certaines notions qui n'ont pas été vu dans cet UV, soit par manque de temps (masse virtuelle), soit parce qu'elles étaient trop compliqué (notions liées à l'électronique surtout). Mais nous avons compris l'essentiel et c'est ce qui compte. Nous apprendrons peut-être ces notions plus tard dans notre scolarité, selon les départements que nous ferons.



## 6. BIBLIOGRAPHIE

-catalogue L'impulsion, composants électronique mesure informatique.

-[www.limpulsion.com](http://www.limpulsion.com) [consulté le 16/03/09]

- [http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/cours\\_elec/aop.pdf](http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/cours_elec/aop.pdf)  
[consulté le 03/04/09]

-<http://www.elektronique.fr/cours/filtre/filtres.php> [consulté le 14/06/09]