



14/11/2016

PROJET SCIENTIFIQUE

SmartPatate



VAUBOURG Mandel
CHAMPAULT Quentin
EXIA.CESI

Sommaire

CONTEXTE DU SUJET	1
EXPERIMENTATION	2
Expérience 1	2
Expérience 2	6
EXPLICATION CIRCUIT/COMPOSANTS	8
PRESENTATION PROTOTYPE	9
Partie Fritzing	11
BILAN PROJET	13

CONTEXTE DU SUJET

Nous disposons d'une pomme de terre ou un verre d'eau (Nous utiliserons un verre d'eau) comme capteur. Le but est de pouvoir détecter quand une personne touche le verre avec un doigt, deux doigts ou la main complète. Pour ce faire nous disposons de deux expériences à réaliser qui nous permettra de comprendre et d'analyser les interactions physiques de notre montage.

Nous utiliserons une Arduino qui alimentera notre circuit en régime périodique et de récupérer sur son port analogique A₀ la tension de sortie, nous avons à notre disposition des programmes Arduino qui permettront de générer un signal périodique à une fréquence donnée, et d'envoyer les résultats des mesures sur le port Série de l'Arduino. Nous récupérerons ces mesures via le logiciel Processing qui permettra d'afficher le signal mesuré et d'y définir des profils quand on touche avec un doigt, deux doigts ou la main.

Les capteurs capacitifs sont très utiles pour tous domaines d'application ! Car ils permettent la détection de toutes matières organiques (personne, animal, alimentaire, etc...) ou métalliques, ils sont même capables de détecter de façon fiable du verre transparent ou même des fluides. (Plus la constante Diélectrique du matériau à détecter est grande plus la distance de détection l'est aussi).*

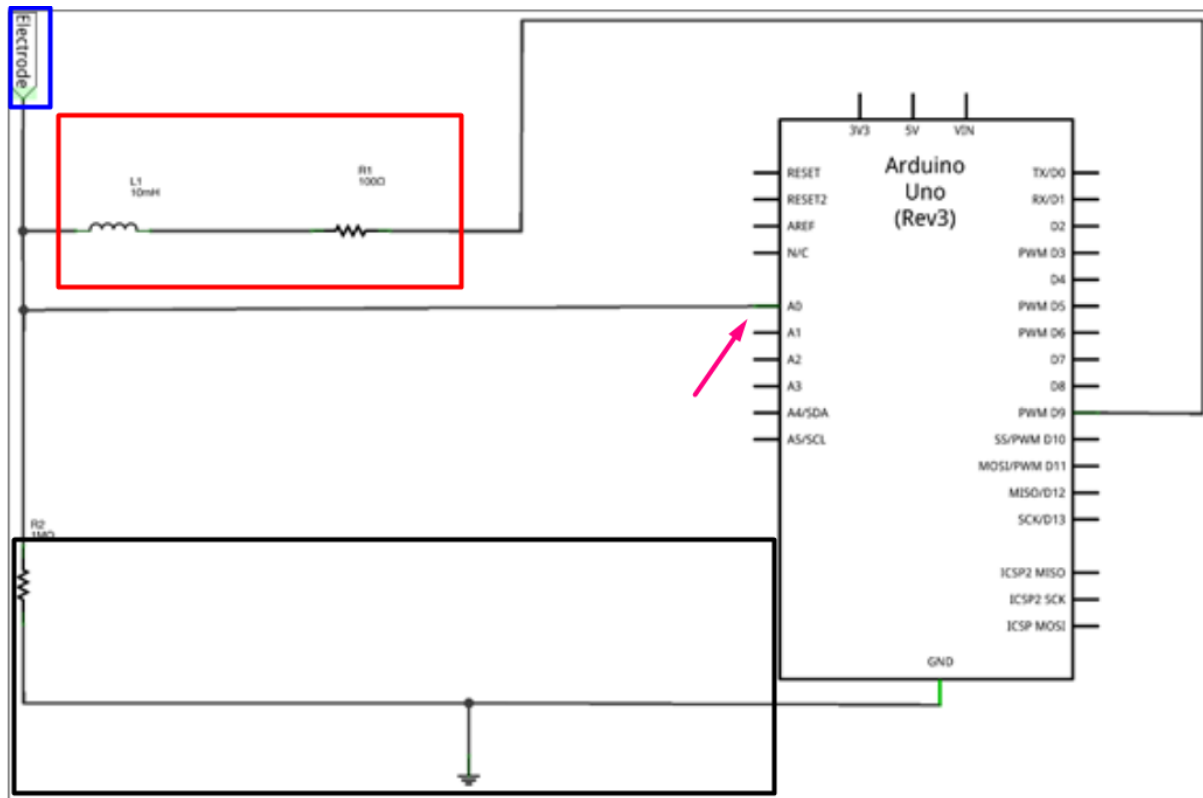
Ainsi pour un fluide par exemple, (qui dispose d'une grande constante diélectrique) le capteur capacitif va permettre de contrôler le niveau du liquide. De même le capteur n'a pas besoin de se situer proche du matériau à détecter, il peut aussi y avoir un obstacle devant !

**Substance isolante, capable d'emmagasiner de l'énergie électrostatique. Un diélectrique est caractérisé par sa permittivité ou constante diélectrique. Dans un condensateur le diélectrique est placé entre deux plaques ou feuilles conductrices.*

EXPERIMENTATION

Expérience 1

Cette première expérience va nous permettre de comprendre le fonctionnement d'un capteur capacitif (ici en régime périodique) en analysant la tension crête à crête quand on touche le verre d'eau ou non.



L'Arduino génère un signal Analogique (les fréquences sont détaillées dans le tableau ci-dessous) envoyé au circuit. La zone rouge est composée d'une résistance R_1 (100 Ω) et d'une bobine L_1 (10 mH). Ce montage se comporte comme un filtre passe-Bas, la bobine ne laissant pas passer les Hautes fréquences.

Avec $\omega = 2 \pi F$

La transmittance de ce filtre :

$$\underline{T} = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} = \frac{Z_l * Y_l}{(Z_r + Z_l) * Y_l} = \frac{1}{1 + \frac{R}{j L \omega}} = \frac{1}{1 - j \frac{R}{L \omega}}$$

Son module :

$$|T| = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1^2 + \left(\frac{R}{L \omega}\right)^2}$$

Sa phase :

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{b}{a} = \frac{R}{L\omega}$$

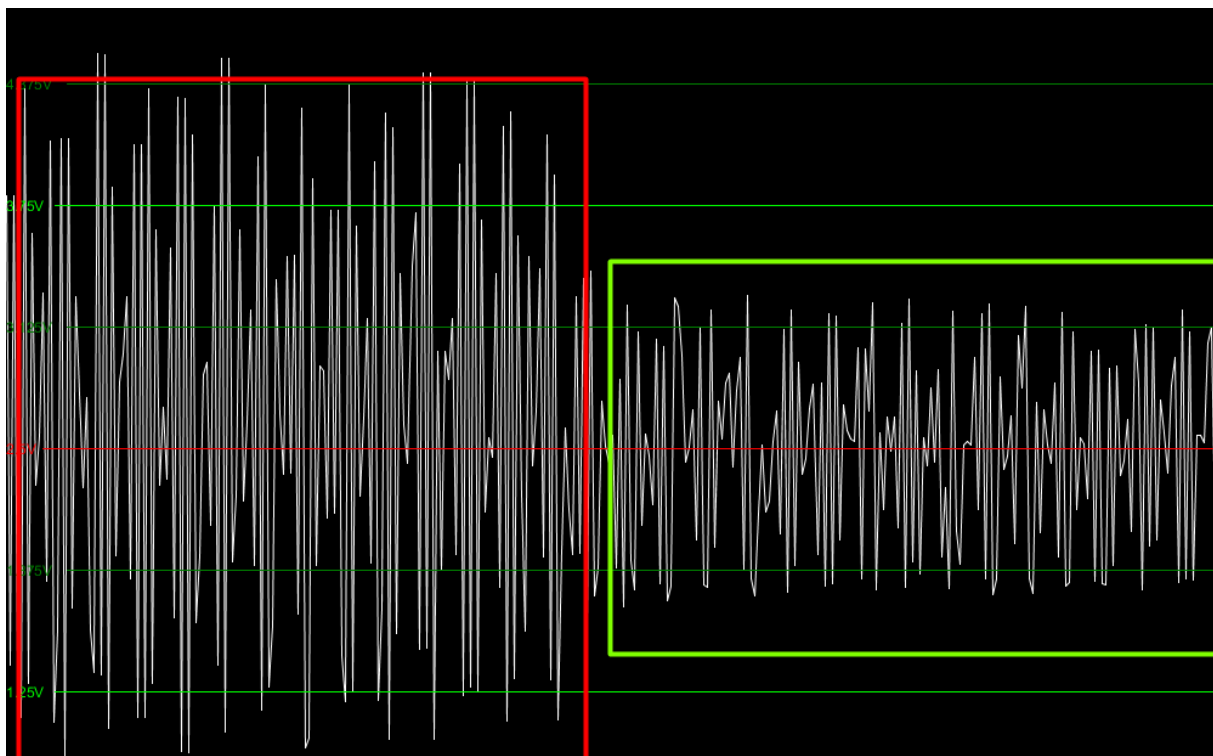
Puis la zone bleue qui représente l'électrode (qu'on peut remplacer par un fil). Quand une personne touche le fil elle va se charger, Comme un nombre d'électron s'échappe via l'électrode durant la charge, la tension enregistrée via le PIN A₀ (flèche Violette) diminue

$$U = R \times I$$

La zone en noir représente les points de masses séparés du reste du circuit par une résistance R₂ d'une valeur de 1MΩ évitant au courant de s'échapper dans sa quasi-totalité vers la masse.

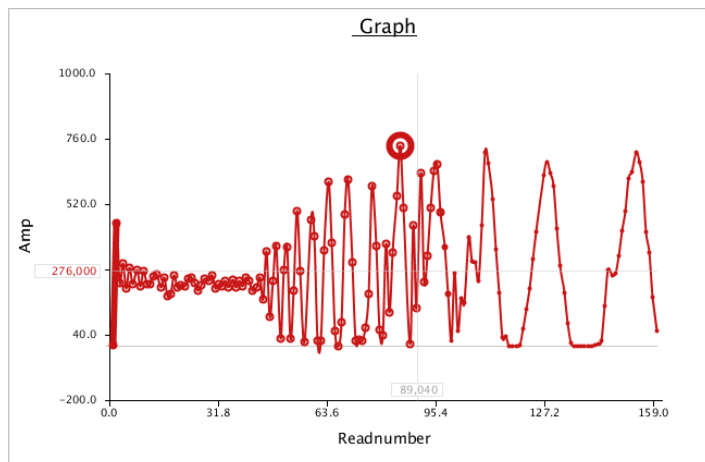
Fréquence	500Hz	1KHz	10KHz	50KHz	100KHz	200KHz	300KHz	400KHz	500KHz	600KHz
Tension crête à crête pas touché	5	5	5	5	5	5	3.5	1.25	1	0.8
Tension crête à crête touché	5	5	5	5	5	5	1.25	0.6	0.5	0.4

De 500 à 200kHz aucun changement ne se passe quand on touche ou non l'électrode (filtre passe-bas), cependant de 300kHz à 600kHz il y a un changement. De plus, plus f augmente plus l'écart se réduit...



En rouge quand on ne touche pas l'électrode en vert quand on la touche.

Visualisation des profils (Remplacement de la patate par un verre d'eau)

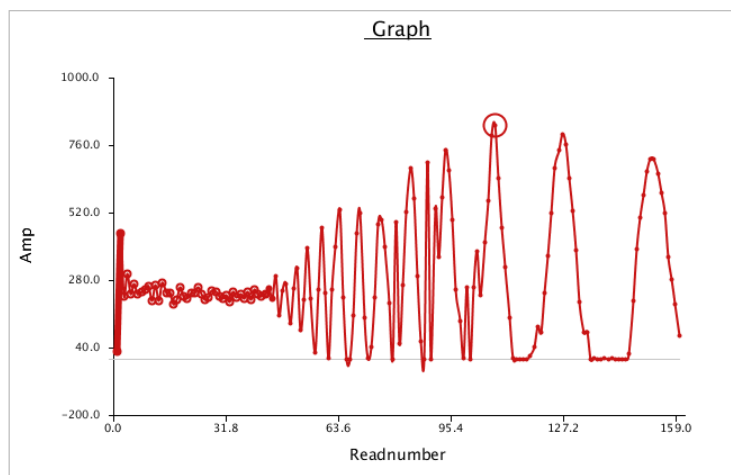


☐ Nothing

☐ Touch

☐ Grab

☒ In water

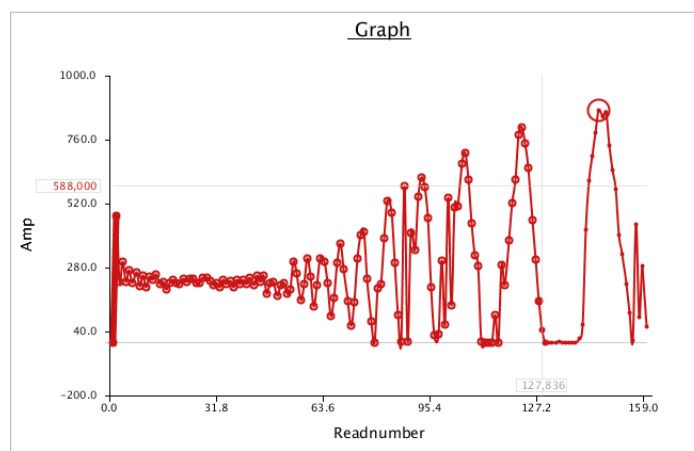


☐ Nothing

☒ Touch

☐ Grab

☐ In water



☐ Nothing

☐ Touch

☒ Grab

☐ In water

QUESTION.

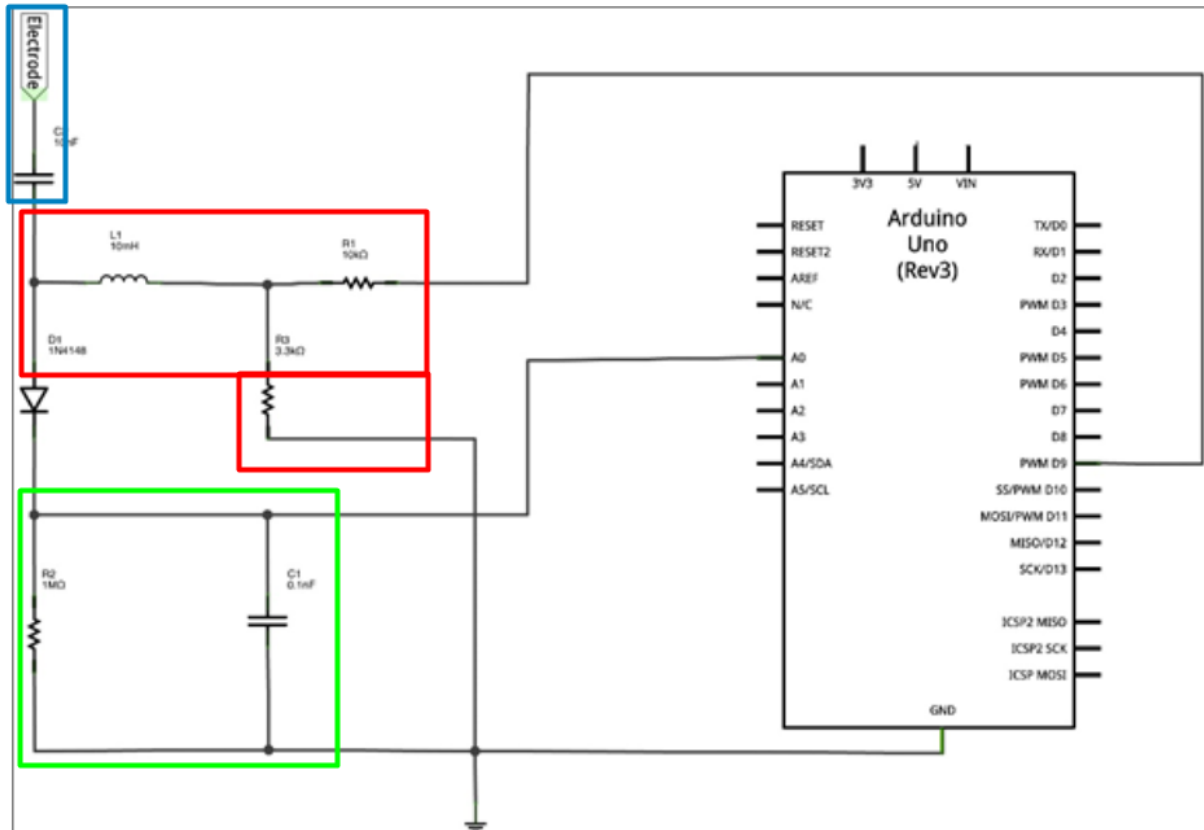
Pourquoi parle-t-on de capteur capacitif ? Déduisez-en quel composant le corps humain remplace dans le montage. Pourquoi le signal diminue-t-il ?

Car le matériau qui touchera l'électrode se comportera comme un condensateur, Ainsi notre corps se comporte comme tel.

Avec ces résultats expérimentaux, calculer la capacité de votre corps en fonction du type de contact.

Expérience 2

Cette seconde expérience sera la base de notre système final. Nous verrons que ce montage est plus performant que le précédent, car il fournit un signal plus lisse

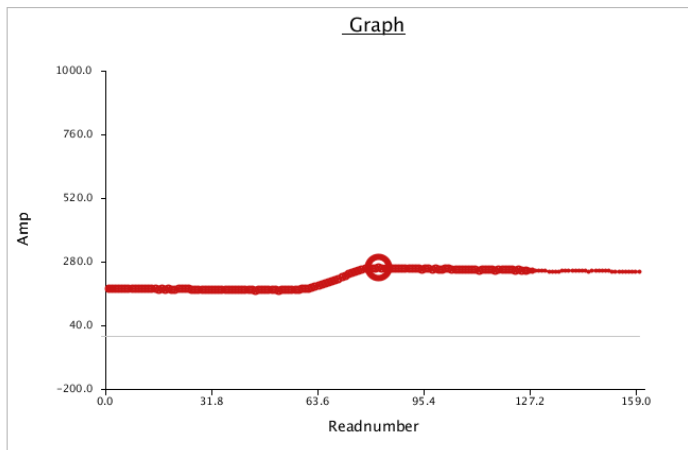


Nous retrouvons le schémas RL (zone rouge) Passe-Bas avec une résistance en parallèle qui relie la masse, cela permet d'enlevé les signaux parasites...

En bleu l'électrode cependant elle est en série avec un condensateur C_1 de 10 nF. Ce condensateur en série avec l'électrode qui est au contact avec une personne est un condensateur donc deux condensateurs en série. Cela permet d'augmenter la capacité de la personne et donc de rajouté une nette différence entre les profils (dans l'eau, touché, attrapé)

En vert nous avons un circuit RC parallèle que se comporte comme un filtre, en basse fréquence le condensateur va agir comme un circuit ouvert, ainsi les hautes fréquences sont éliminées à la masse.

A_0 est aux bornes de la zone rouge qui filtre une première fois les hautes fréquences, et la zone vertes qui les élimines davantage. Nous allons voir ainsi que la courbe obtenue avec Processing est nettement plus lissée qu'avec la première expérience.

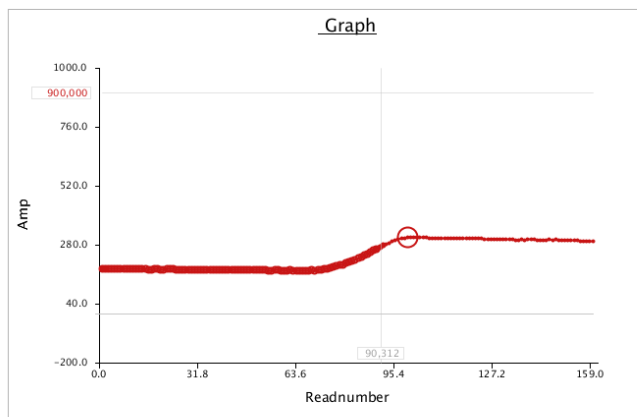


☐ Nothing

☐ Touch

☐ Grab

☒ In water

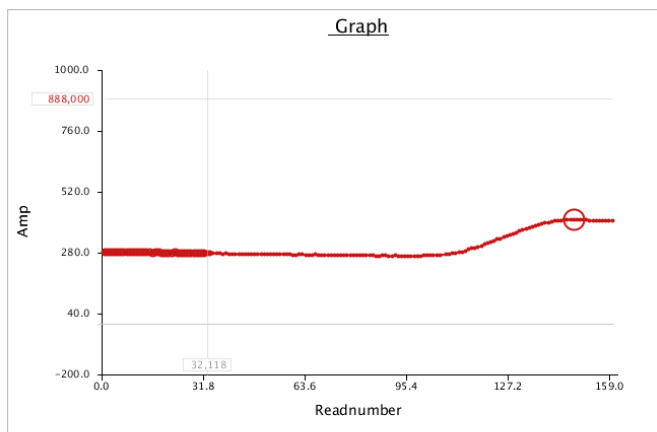


☐ Nothing

☒ Touch

☐ Grab

☐ In water



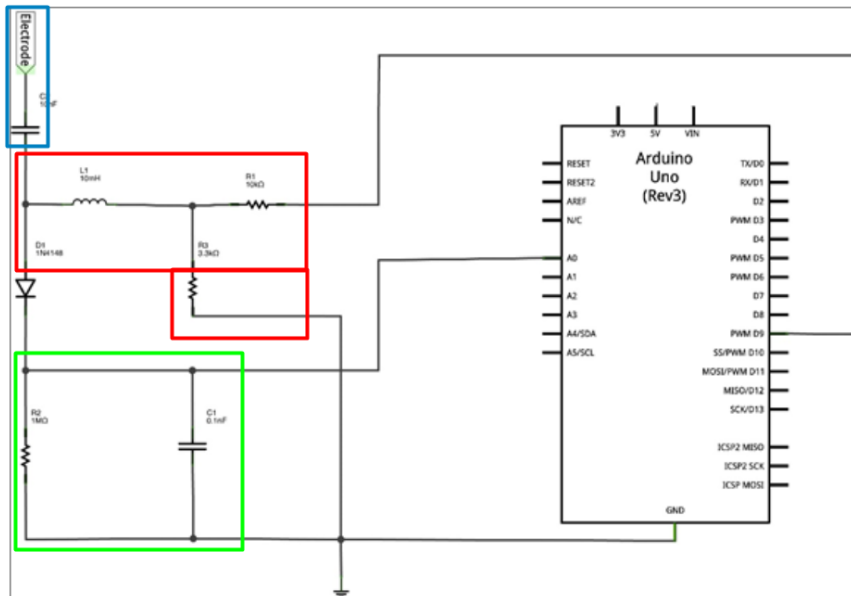
☐ Nothing

☐ Touch

☒ Grab

☐ In water

EXPLICATION CIRCUIT/COMPOSANTS

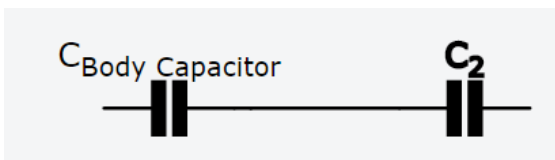


Ce circuit est un capteur capacitif, relié à une arduino qui permettra de fournir un courant alternatif PWM (broche 9), et de mesurer la tension de sortie via A₀ nous avons déjà précédemment expliqué le fonctionnement de chaque zone du circuit mais pas composant par composant.

Nous avons donc un circuit sous régime alternatif, ce circuit dispose d'un montage RL, RC, d'une diode et d'une électrode en série avec un condensateur.

Dans la zone rouge nous trouvons une bobine et une résistance en série, ce montage est un filtre. En effet la bobine ne laisse passer que les Basses fréquences et élimine les hautes (via la résistance R₃).

En bleu nous avons un condensateur en série avec l'électrode, Nous savons grâce à l'expérience 1 que le corps humain agit comme un condensateur nous pouvons créer ce schéma équivalent :

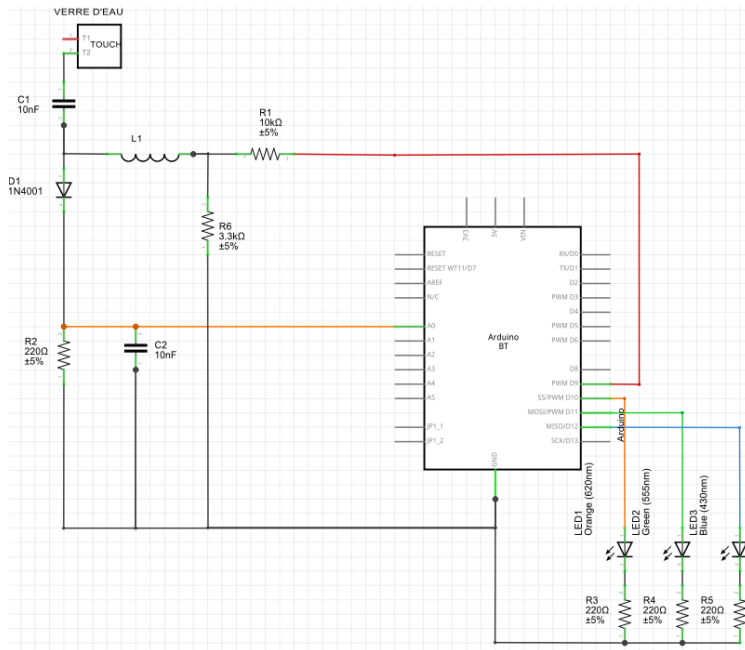


Quand une personne touche le verre d'eau (ou la pomme de terre) il augmente la capacité selon comment il touche (un doigt deux doigts ou la main) l'électrode, ce changement de capacité va changer la tension crête à crête (comme vue dans l'expérience 1), les électrons vont aller vers l'électrode pour charger le condensateur.

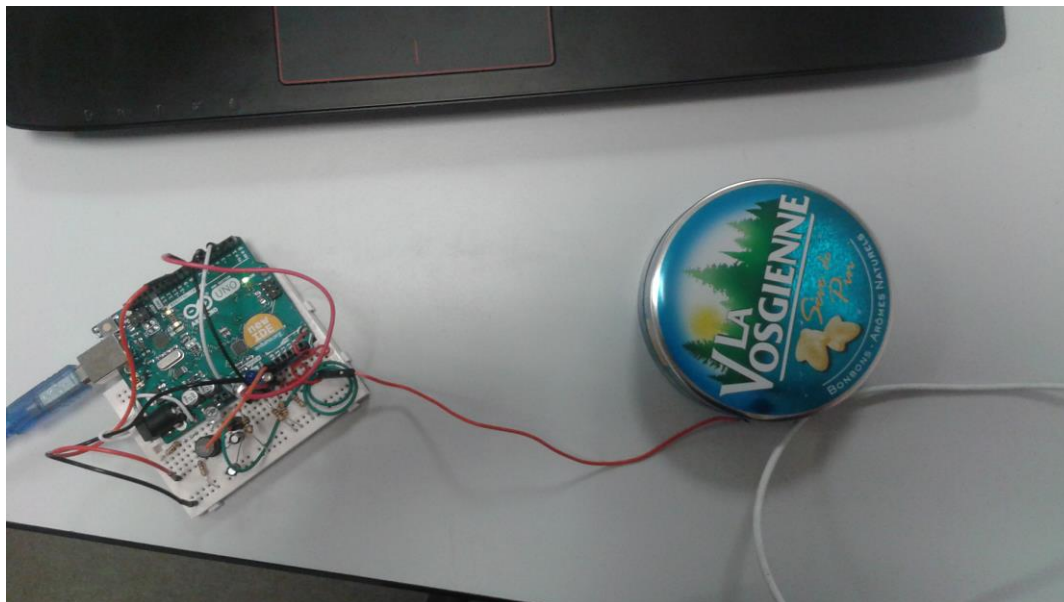
La LED quant à elle permet d'éviter un retour de courant dans la zone rouge, (qui via R₃ est relié à la masse donc circuit fermé) en effet le condensateur de la zone verte va se décharger, la LED évite que le courant s'échappe via R₃

PRESENTATION PROTOTYPE

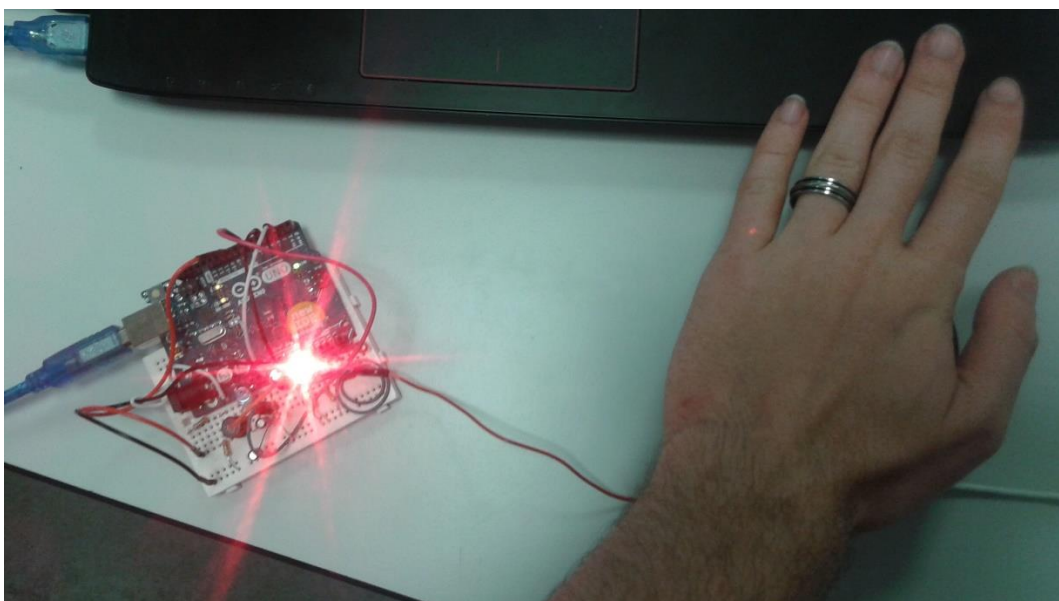
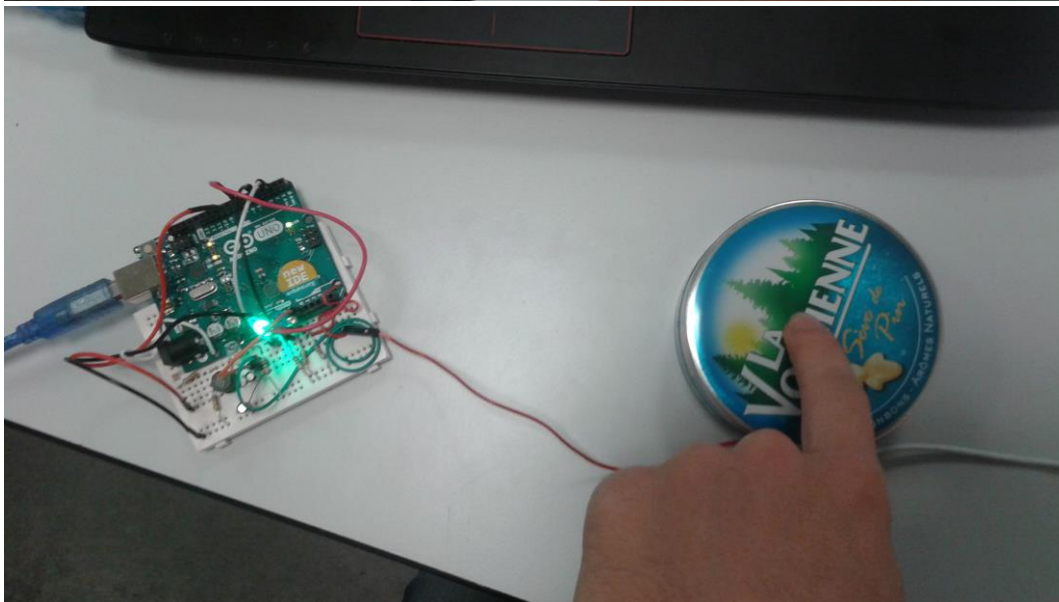
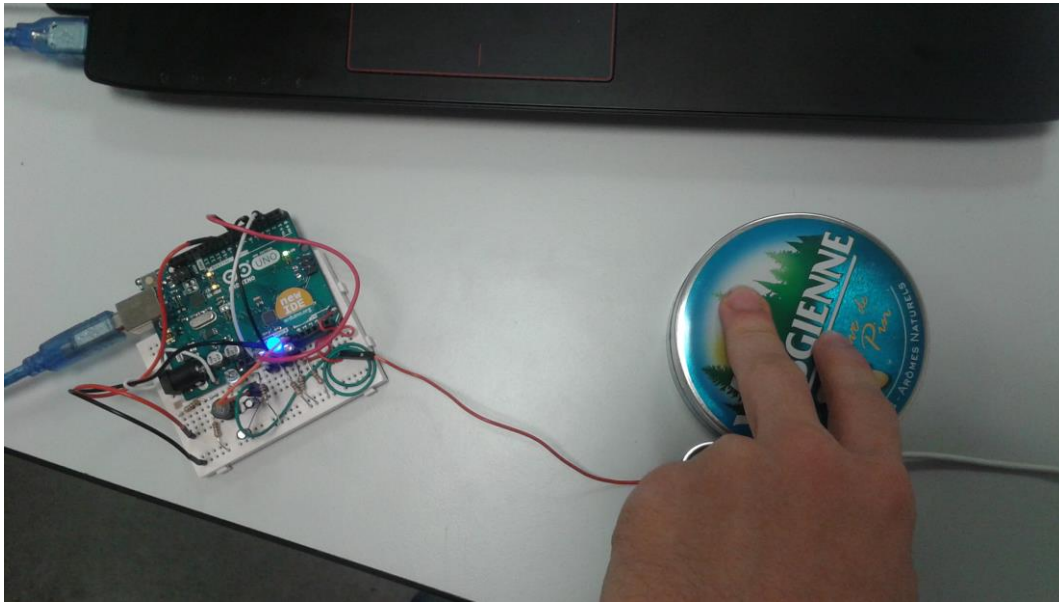
Schémas électriques :



Réalisation :

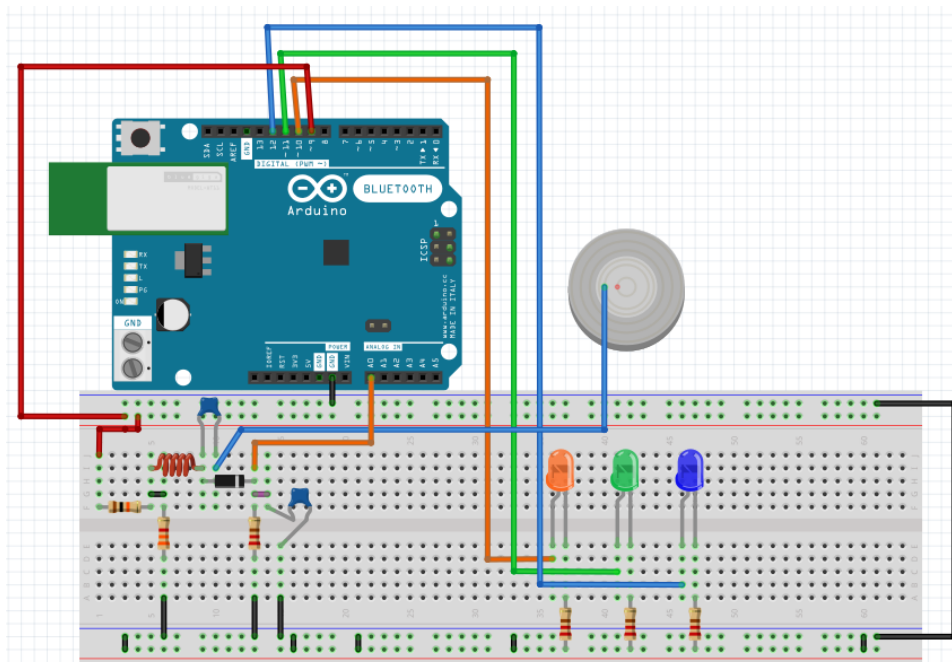


La boîte métallique est plus stable que le verre d'eau...

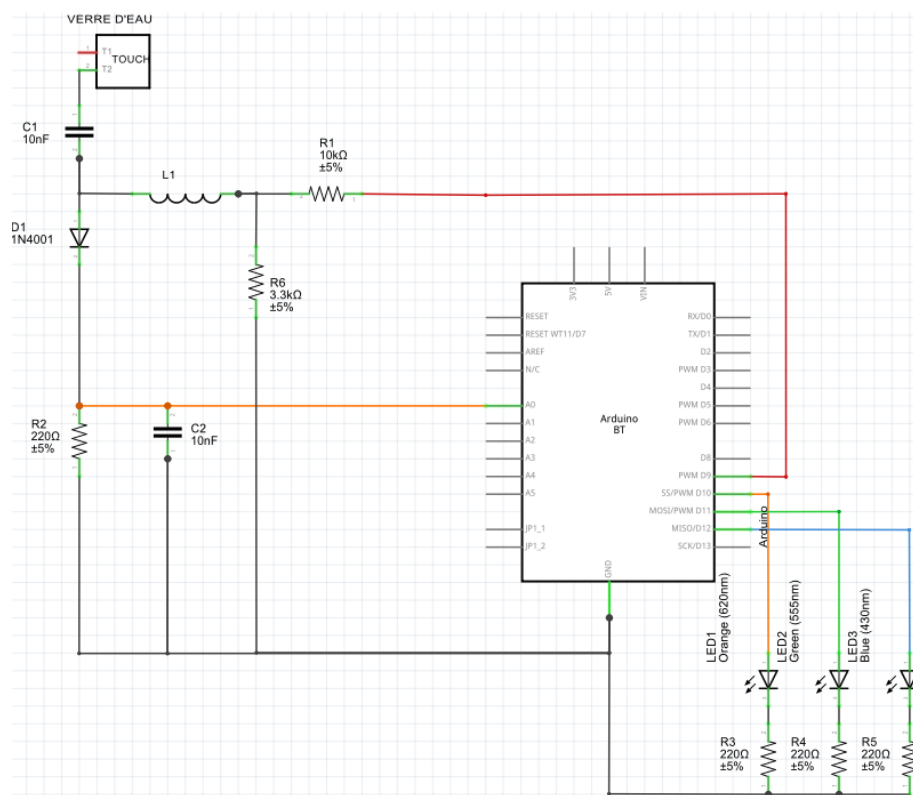


Partie Fritzing

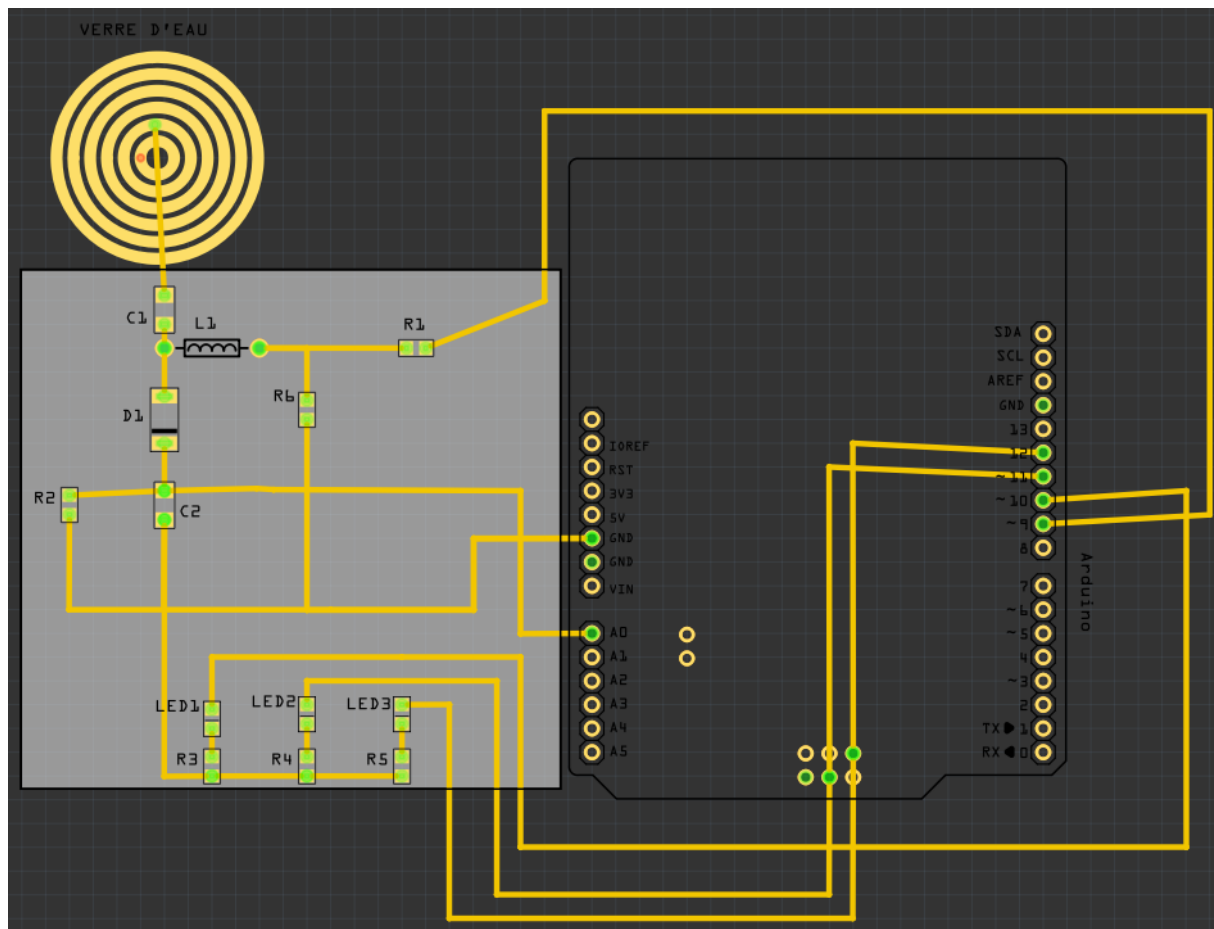
Arduino



Schématique



Circuit imprimé



Code

```
int v=analogRead(0);    //-Read response signal
CLR(TCCR1B,0);          //-Stop generator
TCNT1=0;                //-Reload new frequency
ICR1=d;                  // l
OCR1A=d/2;              //-+
SET(TCCR1B,0);          //-Restart generator

results[d]=results[d]*0.5+(float)(v)*0.5; //Filter results

freq[d] = d;

Serial.println(results[45]);

if (results[45] < 600 && results[45] > 430) //Dans l'eau vert
{
    digitalWrite(LED0, HIGH);
    digitalWrite(LEDV, LOW);
    digitalWrite(LEDB, LOW);
}
else if (results[45] < 700 && results[45] > 600) // Touché bleu
{
    digitalWrite(LEDV, HIGH);
    digitalWrite(LEDB, LOW);
    digitalWrite(LED0, LOW);
}
else if (results[45] > 700) // Attrapé vert droite
{
    digitalWrite(LEDV, LOW);
    digitalWrite(LEDB, HIGH);
    digitalWrite(LED0, LOW);
}
```

Voici la partie importante du code... la première ligne permet de lire le pin A0 qui permet de récupérer la tension de sortie. Les lignes du dessous permettent de générer une fréquence - nous sommes dans une boucle for qui bouclera 160 fois - ainsi nous générerons une plage de fréquence. Enfin ce qui nous permettra de détecter les différents touchés est le tableau results[] qui contient les valeurs de v pour chaque fréquence. Nous avons choisi la 45ème fréquence car elle offrait un bon compromis entre amplitude entre chaque touchés et la sensibilité du capteur. La structure conditionnelle permettra d'allumer les LED selon la plage de valeur dans laquelle on est...

BILAN PROJET

Ce projet nous a permis de réellement voir le comportement des composants étudiés durant nos PROSIT (Condensateur, Bobine).

Nous n'avions pas l'ensemble des composants pour effectuer les expériences, ce qui nous a retardé cependant nous avons créé un capteur capacitif d'une autre manière (sans avoir besoin d'un régime alternatif et bobine/condensateur)

Nous avons réussi les montages des expériences, expliquer les phénomènes rencontrés le comportement des composants, ainsi que leur comportement dans un ensemble.

Nous n'arrivons cependant pas à avoir la valeur de la capacité de la personne quand elle touche l'électrode...