

LIVRABLE F

Prototype I et rétroaction des clients

GNG1503 : Génie de la conception

Faculté de génie

Université d'Ottawa

Groupe : A13

Noura Camara
Jean-Marc Kouamé
James Wang
Jules Lachapelle
Michel Kitandala

Date : 05/11/2020

Table des matières

Introduction	3
PROTOTYPAGE.....	3
Prototype sur OnShape	3
Prototype du système de contrôle d’humidité du sol.....	4
Analyse technique des tuyaux	6
PLAN DE TEST DU PROTOTYPAGE	8
Connections au matériel du cours.....	9
Rétroaction des clients	9
Justification de la division des tâches	10
Conclusion	10
Annexe	10

Introduction

Après avoir fait le plan et coût du projet dans le livrable précédent, il est maintenant important de vérifier que notre projet est réalisable. Pour cela, nous ferons un prototypage axé sur des aspects analytique et ciblé. Ce prototypage sera suivi d'un plan de test ou d'essai permettra de mieux évaluer le niveau de fonctionnalité de chaque sous-système du produit. Il s'agit donc dans ce livrable, dans un premier temps de présenter les différents types de prototypes réalisés, ensuite sera établi un plan d'essai de prototypage et enfin nous verront la rétroaction obtenue des clients à la suite de notre prototype.

PROTOTYPAGE

Les objectifs de ce prototypage seront de tester les systèmes critiques de notre concept, et d'avoir une représentation pour mieux communiquer nos idées au client.

Ainsi, nous avons créé un prototype qui comporte trois parties :

1. Nous avons utilisé OnShape pour créer un design virtuel du planteur pour communiquer les choix de conception choisis avec le client. Avec ce design, le client aura une meilleure idée du produit et peut visualiser les planteurs dans les espaces du campus. Cela va assurer que le planteur a un bon style qui correspond bien aux bâtiments de l'université.
2. Un test des circuits, l'Arduino, et les détecteurs d'humidité et température pour assurer que le système peut bien vérifier les conditions du sol. Avec ce test on peut avoir confiance que l'arrosage va s'activer automatiquement.
3. Une analyse technique en utilisant les lois de la physique pour vérifier l'écoulement de l'eau dans les tuyaux de PVC choisis. Sinon, même s'il y a de l'eau dans le réservoir, on ne peut pas avoir confiance que le sol va être arrosé.

Prototype sur OnShape

Nous avons prototypé notre produit à l'aide de OnShape. Le choix de la conception assistée par ordinateur nous a permis de mieux visualiser le produit, tout en nous faisant gagner du temps et de l'argent. Nous avons représenté sur ce prototype le planteur, le réservoir, le centre de contrôle et les tuyaux d'arrosages dans leurs dispositions respectives

Les images suivantes montrent les différents angles de vue dudit prototype.

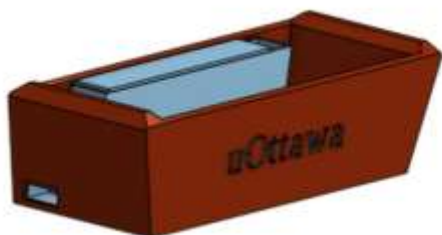


Figure 2 - Planteur - vue isométrique

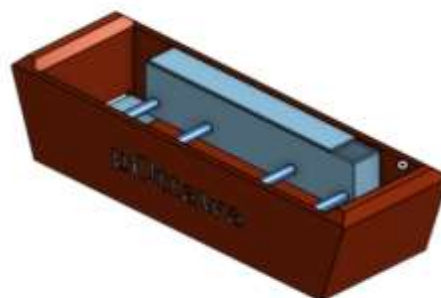


Figure 1 - planteur - vu isométrique 2



Figure 3 - planteur - vu de haut



Figure 4 - Planteur - vue isométrique 3

Le lien qui donne accès au travail OnShape est disponible dans la partie annexe.

Prototype du système de contrôle d'humidité du sol

Le prototype de l'électronique fonctionne de façon que quand la valeur du capteur d'humidité de sol tombe en dessous d'un certain seuil, l'Arduino ouvre un relai qui serait connecté aux valves solénoïde.

Le but de ce prototype était de démontrer la faisabilité de l'utilisation de capteurs d'humidité et des valves solénoïdes et ce but a été atteint.

Le code utilisé est une version modifiée de l'exemple AnalogReadSerial. Le capteur est connecté à la pin 0 et le relai est connecté à la pin 2.

```

/*
  AnalogReadSerial

  Reads an analog input on pin 0, prints the result to the Serial Monitor.
  Graphical representation is available using Serial Plotter (Tools > Serial Plotter menu).
  Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the outside pins to +5V and ground.

  This example code is in the public domain.

  http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogReadSerial
*/

// the setup routine runs once when you press reset:
#define relay 2
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);

  pinMode(relay, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  sensorValue = map(sensorValue,500,800,0,100);
  // print out the value you read:
  Serial.println(sensorValue);
  delay(100);    // delay in between reads for stability
  if(sensorValue >= 45)
  {
    digitalWrite(relay, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(relay, LOW);
  }
}

```

Figure 5 – code Arduino - capteur humidité & relais

L'image suivante illustre le montage effectué pour ce prototype.

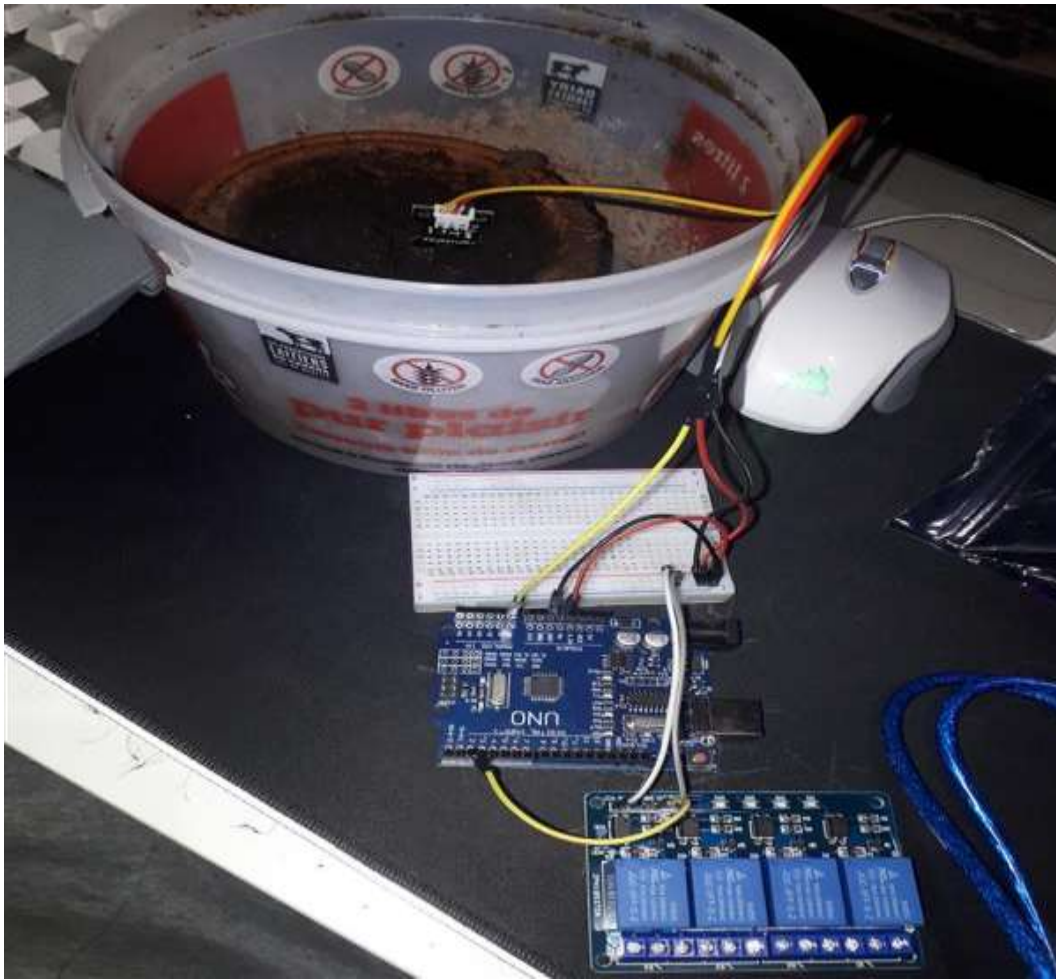


Figure 6 - Prototype - électronique

Analyse technique des tuyaux

En utilisant des tuyaux de PVC, on peut utiliser une équation de Bernoulli pour trouver le changement de pression l'eau dans les tuyaux. Un petit changement de pression signifie que le système va fonctionner.

Pour expliquer, l'équation comporte 5 termes. Il n'y a pas de changement d'hauteur et pas de travail effectué sur le fluide (eau) dans les tuyaux. Puis le diamètre des tuyaux ne change pas non plus, donc la vitesse de l'eau ne change pas.

On utilise des ressources pour établir le coefficient de friction pour l'écoulement dans les tuyaux PVC, puis on trouve une petite diminution de pression dans les tuyaux d'environ 1450 Pascals. Pour comparaison, la pression atmosphérique est autour de 101000 Pascals. Donc on vérifie que le système fonctionne bien avec les tuyaux choisis.

Tous les calculs sont illustrés dans l'image suivante.



Assume: Steady state $T = 20^\circ\text{C}$
Incompressible Flow

Verify P_2 outlet pressure, gauge.

Given and Knowns:

Variable	Value	Units	Comments
h	0.15	m	Height of reservoir
L	0.5	m	Length of pipe
ρ	1000	kg/m^3	Density of water
μ	1×10^{-3}	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	Viscosity of H_2O at 20°C
D	0.032	m	Diameter of pipe
V_1	0	m/s	Water not moving at reservoir
V_2	0.1	m/s	Discharge velocity
ϵ	0.000015	m	Roughness of PVC pipe

We use a Bernoulli Energy Balance:

$$\rho \left(\frac{P}{\rho} + gz + \frac{V^2}{2} \right) = \frac{dw}{dm} - F$$

no height change in pipe
no work on fluid, no flow

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} = -F - \frac{V^2}{2}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} = -4f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2} - \frac{V^2}{2}$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} = -\frac{V^2}{2} \left(4f \frac{L}{D} + 1 \right)$$

$$P_2 = -\rho \frac{V^2}{2} \left(4f \frac{L}{D} + 1 \right) + P_1$$

$$P_2 = -(1000) \frac{(0.1)^2}{2} \left(4(0.1) \frac{(0.5)}{(0.032)} + 1 \right) + (1000)(9.8)(0.15)$$

$$P_2 = 1433.75 \quad \Delta P = -36.25 \text{ Pa}$$

Minimal Pressure Loss, valid piping setup.

We find Reynolds, $Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{(1000)(0.1)(0.032)}{10^{-3}}$
 $Re = 3200$, Turbulent flow.

$$\therefore F = 4f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2}$$

Use $\frac{\epsilon}{D}$ to find f

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.000015}{0.032} = 0.00046$$

Consult literature: $f = 0.10$

P_1 , down 0.15m from surface

$$P_1 = \rho g h$$

Figure 7 - Analyse des tuyaux PVC

PLAN DE TEST DU PROTOTYPAGE

En sommes, nous avons établi trois tests pour évaluer la faisabilité de notre prototype.
Ces différents tests sont illustrés dans le tableau suivant.

N°	Objectif du test	Description du Prototype Utilisé & de la Méthode de Test de Base	Description des Résultats à Documenter et Comment ces Résultats seront Utilisés (Comment)	Durée Estimée du Test et Date Prévues du Début du Test (Quand)	Critères d'arrêt
1	Vérifier la fonctionnalité des capteurs (température, humidité...)	Test des différents capteurs pour s'assurer de leur fonctionnalité.	Résultat: Humidité bien mesurer ou non, quantité d'eau trouver ou non Si résultat négatif changer les capteurs utilisés	Durée estimée : 1h environ Date :29 octobre 2020	Les capteurs doivent prélever les températures surtout celles supérieures à 25° C et l'humidité pour interagir avec l'Arduino concernant l'approvisionnement en eau
2	Vérifier la fonctionnalité de l'Arduino et des relais.	En utilisant des programmes précis, nous allons programmer l'Arduino afin d'activer les relais pour finir de l'eau aux plantes.	Résultat: Les relais doivent bouger quand l'Arduino le demande ou non. Si l'Arduino n'active pas les relais, vérification/changement du programme ou changement des relais	Durée estimée : 3h environ Date:29 octobre 2020	Le programme rédigé doit permettre tout simplement d'ouvrir les valves et de les refermer.
3	Choisir le matériau approprié pour les tuyaux du système.	A partir de l'étude des propriétés des matériaux, nous choisirons celui qui est adéquat pour la tuyauterie du système	Résultat: meilleure résistance à une certaine pression, facile à percer, ne s'oxyde/rouille pas facilement On choisira le matériel avec les meilleures spécificités	Durée estimée : 3h environ Date:29 octobre 2020	La diminution de pression est moins de 10000 pascals. Plus que 10000 pascals et les tuyaux n'auront pas assez de pression pour arroser le sol.

Connections au matériel du cours

Les labos concernant l'Arduino, la programmation et la conception sur OnShape nous a permis de programmer de notre Arduino pour l'usage des capteurs de température, de pH, mais aussi contrôler les relais pour l'ouverture des valves pour apporter de l'eau aux plantes sans oublier la conception de notre prototype. La maîtrise des propriétés des matériaux a quant à elle favorisée le choix des tuyaux PVC pour faciliter le déplacement des fluides. Tous ces tests nous ont permis de pratiquer et d'améliorer les connaissances acquises.

Rétroaction des clients

Suivi de la rétroaction avec un client, nous avons reçu ces consignes:

- Le prototype représente bien le produit final
- On pourrait améliorer le planteur en ajoutant des poignées pour les rendre plus mobile
- Il aime surtout qu'on n'a pas besoin de pompe, c'est économique
- S'il y avait un petit bouton pour l'arrosage manuel, ça serait mieux, dans le cas que le système ne fonctionne pas. Il y aura une façon de les arroser quand-même.
 - Ainsi, un petit DEL rouge a côté du planteur qui s'allume si le système ne fonctionne pas ou s'il n'y a plus d'eau.
- Des petits "pieds" dessous le planteur fait du caoutchouc ou plastique, pour faciliter le nettoyage.

Justification de la division des tâches

Comme mentionné dans le livrable précédant, la division des tâches s'est faite par consensus en tenant compte des aptitudes des chacun. Aussi, nous tenu à garder une équitabilité dans ladite division pour permettre à chacun de participer.

Ainsi, le prototypage de l'électronique a été confié à Jules car il dispose déjà des matériels pour la réalisation de certains aspects électroniques et qu'il a une certaine maîtrise dans le domaine.

Pour ce qui est de l'analyse des matériaux utilisés (À cette étape, les tuyaux), les différents calculs ont été confié à Jules au vu de ces connaissances dans ce domaine. Michel, Noura et Jean-Marc se sont partagés le reste des tâches (Prototypage OnShape, le plan de test et la documentation du livrable).

Cependant, il nous sera favorable prochainement de bien comprendre les consignes du livrable afin d'éviter les erreurs de dernière minute.

Conclusion

En conclusion, nous avons effectué des tests de prototypage pour vérifier le concept de base de notre projet de conception. Nous avons pu prouver que les composants critiques que sont : le code pour l'Arduino, les tuyaux de PVC et le détecteur de d'humidité fonctionnent bien grâce aux différents essais et à l'analyse technique. Nous avons aussi eu des rétroactions de la part d'un client qui nous permettront d'améliorer notre produit pour le prototype II.

Annexe

Lien OnShape :

<https://cad.onshape.com/documents/fadd67f3a88b3312505c0809/w/c945772324ded6b7c70f5e74/e/efcd8242248a4ac780df219a>

Code de Arduino adapté de <http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogReadSerial>