

Kristopher Maltais
Gabriel Tremblay
Groupe 4392

Travail pratique #1 – Feux de circulation

Travail présenté à monsieur Pierre-François Léon et Alain Parent

Applications mobiles et objets connectés

420-W48-SF

Formation continue

Programmation, bases de données et serveurs

Cégep de Sainte-Foy

15 avril 2022

Table des matières

Introduction	3
Planification et attribution des tâches	3
Diagramme de classes.....	4
Inventaire des pièces et estimation des coûts.....	5
Schéma circuit électrique.....	5
Résistances équivalentes	6
Courant I total alimentant le circuit.....	7
Analyses statistiques.....	9
Conclusion.....	10

Introduction

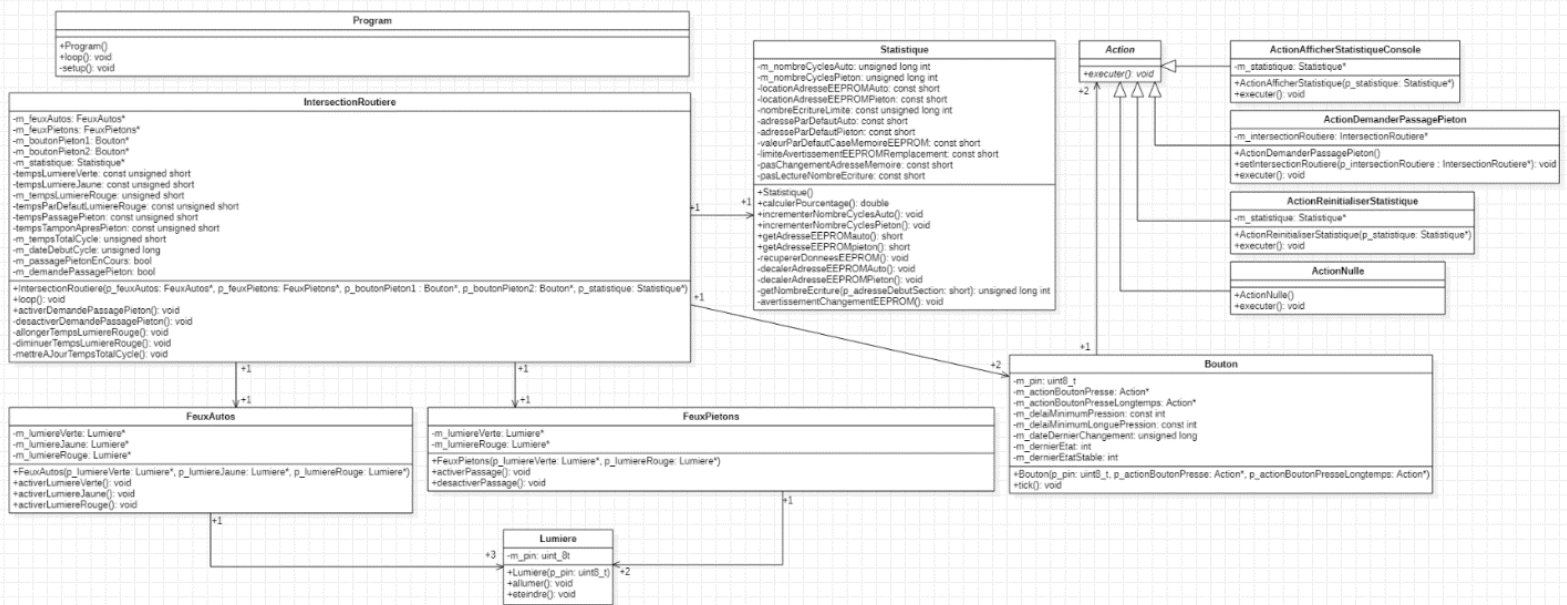
Dans le cadre d'un mandat octroyé par le directeur de la sécurité routière de la municipalité de LongueVie, il nous a été demandé de mettre sur pied un système de gestion de feux de circulation afin de répondre à un problème de collision qui perdure depuis l'élargissement de la chaussée. Un rapport préparé par la ville nous a été transmis afin de bien comprendre leurs besoins. Sommairement, les dirigeants de la municipalité désirent, d'une part, avoir une intersection routière munie d'un feu pour les voitures, d'un feu pour les piétons et de deux boutons pour demander un passage piéton. D'autre part, ils veulent un système de statistique pour évaluer la fréquentation piétonnière, ce dernier doit permettre l'affichage et la réinitialisation sur demande et doit assurer la persistance des données en cas de panne. Afin d'encadrer notre démarche et de mettre en relief le rationnel de certaines décisions, nous avons rédigé ce document explicatif de la réalisation de notre système. Il est à noter que, faute d'études statistiques sur la question, nous avons considéré dans l'ensemble de nos calculs qu'il y avait autant de cycle de passage piéton que de cycle de voiture. Les prochaines sections porteront donc sur les sujets suivants: la planification et l'attribution des tâches, un diagramme de classes, l'inventaire des pièces et l'estimation des coûts, la description du circuit électrique et l'estimation de la consommation énergétique, l'interprétation des résultats, la description des analyses statistiques et finalement une conclusion.

Planification et attribution des tâches

Tâches	Nom	Temps	Terminée
Création du diagramme de classes	Gabriel Tremblay Kristopher Maltais	2h30	Oui
Classe Lumiere et FeuxAutos	Kristopher Maltais	15min	Oui
Classe IntersectionRoutiere	Gabriel Tremblay	15min	Oui
Classe Action et ActionDemanderPassagePieton	Kristopher Maltais	20min	Oui
Classe FeuxPietons	Gabriel Tremblay	20min	Oui
Débogage pour faire fonctionner les 2 feux de circulation selon les spécifications	Gabriel Tremblay Kristopher Maltais	3h	Oui
Ajout classe Statistique	Gabriel Tremblay Kristopher Maltais	1h30	Non
Finalisation de la classe Statistique	Gabriel Tremblay	45min	Oui
Ajout de l'action pour faire afficher la statistique et un bouton	Kristopher Maltais	30min	Oui
Réinitialisation du pourcentage	Gabriel Tremblay Kristopher Maltais	30min	Non
Inventaire des pièces et estimation des coûts	Kristopher Maltais	20min	Oui

Réinitialisation du pourcentage	Gabriel Tremblay	2h30	Non
Réinitialisation du pourcentage	Gabriel Tremblay	20min	Oui
Création circuit électrique	Kristopher Maltais	1h30	Oui
Interprétation des résultats	Kristopher Maltais	1h00	Oui
Amélioration de la structure des classes et type données membres	Gabriel Tremblay	2h	Oui
Amélioration EEPROM (Gestion du nombre d'écritures maximum avant bris)	Kristopher Maltais Gabriel Tremblay	3h	Oui
Arranger diagramme classe selon modifications faites durant le projet	Gabriel Tremblay	30min	Oui

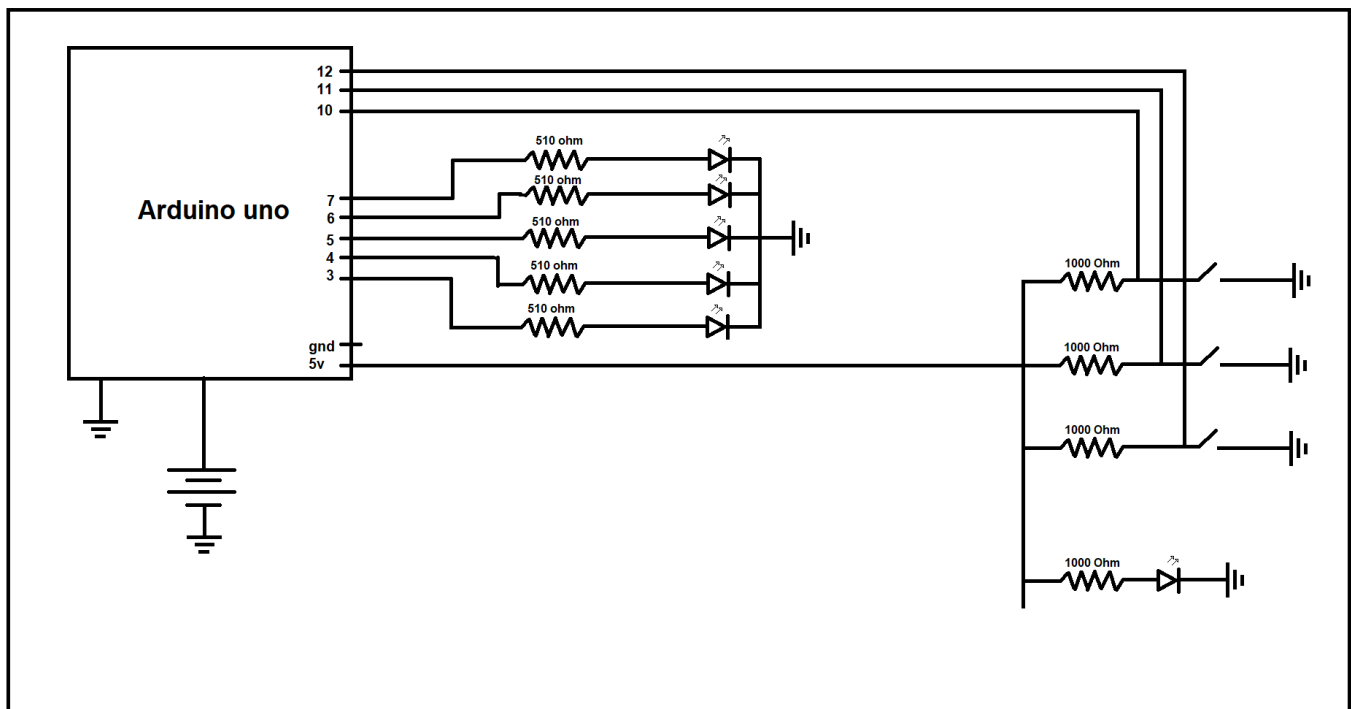
Diagramme de classes



Inventaire des pièces et estimation des coûts

Composant	Description	Prix	Quantité	Total
Diode électroluminescente	Rouge	0,79\$	2	1,58\$
Diode électroluminescente	Verte	0,79\$	2	1,58\$
Diode électroluminescente	Jaune	0,79\$	1	0,79\$
Plaquette pour soudure	Fabriqué selon schéma fourni	5,00\$	1	5,00\$
Fils cavaliers	Longueur/couleur variées	0,05\$ (lot de 4)	3	0,15\$
Résistance ½ W	510 Ohm	0,25\$ (lot de 4)	2	0,50\$
Résistance ¼ W	>999 Ohm	0,35\$ (lot de 4)	1	0,35\$
Bouton poussoir	Couleurs variées	0,50\$	3	1,50\$
Bornier 16 broches	Mâle-Mâle	0,05\$	1	0,05\$
Arduino Uno	Carte équipée d'un microcontrôleur	21,78\$	1	31,99\$
Cable alimentation	USB	9,27\$	1	9,27\$
Total				42,55\$
Total avec taxes				48,93\$

Schéma circuit électrique



Résistances équivalentes

Sections circuit	Calculs
1 bouton	$R_{t1} = 1000 \text{ Ohm}$ <i>Si 2 boutons sont pressés en même temps $R_{t1} = 500 \text{ Ohm}$, si 3 boutons sont pressés en même temps $R_{t1} = 333.33 \text{ Ohm}$, etc.</i>
diode électroluminescente rouge	<i>Amperage(I) total mesuré avec multimètre pour illumination de la LED rouge = 5,80 mA.</i> $R = \frac{U}{I}$ $R = \frac{5}{5.80} \text{ mA}$ $R = 388,88 \text{ Ohm}$
diode électroluminescente verte	<i>Amperage(I) total mesuré avec multimètre pour illumination de la LED verte = 3,80 mA.</i> $R = \frac{U}{I}$ $R = \frac{5}{3.80} \text{ mA}$ $R = 805.19 \text{ Ohm}$
diode électroluminescente jaune	<i>Amperage(I) total mesuré avec multimètre pour illumination de la LED rouge = 5,70 mA.</i> $R = \frac{U}{I}$ $R = \frac{5}{5.70} \text{ mA}$ $R = 367.19 \text{ Ohm}$
Un seul feu	Moyenne résistance pour les 3 DEL = $388.88 + 367.19 + 805,78$ Moyenne = 520.61 Ohm $R_{t1} = 510 + 520.61$ $R_{t1} = 1030.61 \text{ Ohm}$
Intersection routière (2 lumières)	<i>Seulement 2 feux allumés simultanément en tout temps, donc calculer résistance pour 2 feux.</i> $R_{t3} = \frac{1}{1030.61} + \frac{1}{1030.61}$ $R_{t3} = 515.30 \text{ Ohm}$
Diode électroluminescente rouge (témoin lumineux)	$R_{t4} = 1000 + 388.88$ $R_{t4} = 1388.88 \text{ Ohm}$
Résistance totale équivalente	$R_t = R_{t1} + R_{t3} + R_{t4}$ $R_t = [333.33: 1000] + 515.30 + 1388$ <ol style="list-style-type: none"> Si appuie sur les boutons intervalles suivants : $R_t = [2236.63; 2903.30]$ Si appuie sur aucun bouton : 1903.3 Ohm

Courant I total alimentant le circuit

Sections circuit	Calculs
Carte Arduino Uno	<p><i>La carte Arduino Uno consomme en moyenne 50 mA</i></p> $I1 = 50 \text{ mA}$
1 bouton	$I = \frac{U}{R}$ $I2 = \frac{5}{1000}$ $I2 = 5 \text{ mA}$ <p><i>Si 2 boutons sont pressés en même temps 10 mA, si 3 boutons sont pressés en même temps 15 mA, etc.</i></p>
Intersection routière (2 lumières)	$I = \frac{U}{R}$ $I3 = \frac{5}{515.30}$ $I3 = 9.70 \text{ mA}$
Diode électroluminescente rouge (témoin lumineux)	$I = \frac{U}{R}$ $I4 = \frac{5}{1388.88}$ $I4 = 3.60 \text{ mA}$
Courant total	$It = I1 + I2 + I3 + I4$ <ol style="list-style-type: none"> Si appuie sur les boutons intervalle suivant : $It = 50 \text{ mA} + [5 \text{ mA}; 15 \text{ mA}] + 9.70 \text{ mA} + 3.60 \text{ mA}$ $It = [68.3 \text{ mA}; 78.3 \text{ mA}]$ Si aucun bouton appuyé : $It = 50 \text{ mA} + 9.70 \text{ mA} + 3.60 \text{ mA}$ $It = 63.3 \text{ mA}$

Calcul de la puissance

Circuit Total	$P = U \cdot I$ <ol style="list-style-type: none"> 1. Si appuie sur les boutons intervalle suivant : $P = 5 \cdot [68.3 \text{ mA}; 78.3 \text{ mA}]$ $P = [341.5 \text{ mW}; 391.5 \text{ mW}]$ 2. Si aucun bouton appuyé : $P = 5 \cdot 63.3$ $P = 316.5 \text{ mW}$
----------------------	--

Durée de vie batteries

Types batterie	Calculs
9V – cas classique	$Tth = \frac{mWh}{mW}$ $Tth = \frac{3815}{316.5}$ $Tth \approx 12 \text{ heures}$
Plus grosse batterie au monde	$Tth = \frac{mWh}{mW}$ $Tth = \frac{9000000000000}{316.5}$ $Tth = 2\,834\,199\,338,69 \text{ heures}$ $Tth \approx 3235 \text{ siècles}$

Interprétation des résultats

Avant d'interpréter les résultats obtenus, il est important de spécifier quelques décisions qui ont dû être prises pour respecter les particularités du circuit présenté. À priori, le type de bouton utilisé pour la réalisation de l'intersection de la municipalité LongueVie laisse le circuit ouvert tant qu'il n'est pas enfoncé. Lorsqu'une personne appuie sur ce dernier, le circuit se retrouve fermé le temps de la pression. Nous pouvons donc affirmer que le temps où le circuit est fermé par rapport au temps où le circuit est somme toute négligeable. En conséquent, nous n'avons pas tenu compte de l'augmentation du courant qui circule dans le circuit lors de la pression d'un bouton pour un passage piétonnier. Par la suite, en ce qui a trait aux feux piéton et voiture, nous avons pris en compte qu'une diode

électroluminescente (LED) rouge, verte et jaune n'offraient pas la même résistance. En effet, elles ont respectivement des résistances de 388,88 Ohm, 367,19 Ohm et 805,78 Ohm. Comme il est difficile d'évaluer dans quelle proportion chaque type de DEL sera solliciter, notamment en raison du piétonnier aléatoire, nous avons convenu de représenter tous les types de DEL par une résistance moyenne de 520,61 Ohm.

À la lumière des résultats obtenus, nous constatons que l'intensité du courant constant dans notre circuit varie entre 63,3 mA et 78,3 mA selon qu'aucun, un, deux ou trois boutons soient appuyés simultanément. Néanmoins, comme nous ne considérons pas l'intensité du courant avec l'appui des boutons, nous estimons que, sur secteur, la consommation énergétique est d'environ de 63.3 mA. Il est aussi possible d'estimer la durée de vie qu'une batterie sur notre circuit. Par exemple, une batterie 9V pourrait alimenter notre circuit durant environ 12 heures. Dans une autre proportion, si la municipalité LongueVie dispose du budget, elle pourrait alimenter son feu de circulation avec la plus grosse batterie de stockage au monde, elle aurait dans ce cas une autonomie titanesque de 3235 siècles.

Analyses statistiques

Description calcul	calcul
Nombre de cycle par jour	Temps cycle piéton = 65 secondes Temps cycle voiture seulement = 50 secondes Temps moyen = 57,5 secondes. Nombre seconde 1 journée = 86 400 secondes Nombre cycle/jour : $\frac{86\,400}{57.5} = 1502.60 \text{ cycles}$
Nombre de jour avant case mémoire corrompue	Nombre écriture maximum = 100 000 écritures Nombre jour avant case mémoire corrompue = $\frac{95000}{1502.60} = 63.22 \text{ jours}$
Nombre de jour avant de changer carte Arduino Uno avec optimisation	Nombre octet réservé à statistique voiture/piéton = 8 octets (4 octets pour nombre de cycle et 4 octets pour nombre écriture) Nombre octet maximum eeprom Arduino uno = 1024 octets Si nombre autant de cycle piéton que de cycle voiture, il y 128 décalages de mémoire possible avant fin de vie de l'eeprom : $\frac{1024}{8} = 128 \text{ décalages}$ S'il faut attendre 66,55 jours avant qu'une case mémoire atteigne sa fin de vie, il faudra attendre 8518 jours avant de devoir changer la carte Arduino Uno : $\frac{63.62 * 128}{365} = 21,65 \text{ années}$

Pour résoudre le problème des statistiques piétonnières nous avons utilisé l'eeprom de la carte Arduino Uno. Cette mémoire a l'avantage de persister les données même en cas de panne du système. Néanmoins, elle comporte également un désavantage considérable. En effet, on observe une inconsistance au niveau des données au-delà de 100 000 écritures sur une case mémoire. Si on tient compte qu'il y a autant de cycle piéton que de cycle de voiture au cours d'une journée, nous pouvons calculer que notre feu de circulation fait approximativement 1500 cycles par jour. Cela aura pour effet qu'après environ 65 jours, les données statistiques enregistrées seront corrompues.

Afin de contourner ce problème nous avons décidé de gérer la mémoire de l'eeprom de manière plus efficace. À cet effet, nous avons créé un système qui permet d'enregistrer le nombre d'écriture sur une case mémoire. Lorsque ce nombre arrive à 95 000 écritures, nous décalons l'écriture sur de nouvelles cases vierges. Les écritures pour le nombre cycle voiture commence au début de la mémoire et celles pour le nombre de cycle piéton commencent à la fin de la mémoire. Le pas d'incrémentation est donc positif pour les voitures et négatif pour les piétons. Lorsque la zone mémoire pour les données des voitures est rendu trop proche de la zone mémoire pour les données des piétons, un signal est envoyé à l'administrateur système. Ce dernier dispose dès-lors d'un délais de 4 mois pour changer la carte Arduino Uno, sans quoi les données statistiques seront corrompues. Nous avons estimé qu'à environ tous les 21 ans ce changement de carte doit être s'il n'y a pas d'autre problématique.

Conclusion

Pour conclure, nous sommes d'avis que le système présenté dans ce document sera en mesure de répondre à la problématique des accidents au sein de la municipalité LongueVie. En effet, la coordination de la circulation entre les piétons et les voitures est une réponse nécessaire et suffisante à une telle problématique. Nous demandons toutefois aux lecteurs de demeurer prudent quant à la lecture des résultats puisque ce ceux-ci sont basés sur la présomption qu'il y a de manière générale autant de cycle piéton que de cycle voiture. Il serait intéressant de refaire ces calculs en se basant sur une étude empirique qui dresse un portrait plus précis de la proportion de passage piéton au sein des feux de circulation.

Bibliographique

<https://www.revolution-energetique.com/la-plus-grande-batterie-du-monde-entre-en-construction/>

<https://zestedesavoir.com/tutoriels/1305/batterie-pile-et-autonomie-1/#:~:text=La%20consommation%20moyenne%20et%20la,une%20consommation%20totale%20de%20500mAh.>

https://www.amazon.ca/-/fr/SunFounder-Arduino-ATMEGA328P-ATMEGA16U2-Version/dp/B00D9NEJ7U/ref=sr_1_12?_mk_fr_CA=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=3TZFFY7YAHN7G&keywords=arduino+uno+card&qid=1649897940&srefix=carte+arduino+uno%2Caps%2C72&sr=8-12