

Estudi de Mobilitat

Treball de Recerca

Joan Casahuga Altimiras

2n Batxillerat

Curs 2019-20

ÍNDEX

1. Introducció	2
2. Explicació de les eines	4
2.1. Blender	5
2.2. Visual Studio	7
2.3. Unity	8
3. Desenvolupament del programa	10
4. Casos de simulació	13
4.1. Cruïlla	13
4.2. Rotonda	15
5. Aplicació a una zona de Manresa	19
5.1. Anàlisi	20
6. Conclusions	26
7. Bibliografia/Webgrafia	28

1. INTRODUCCIÓ

La motivació per dur a terme aquesta recerca, parteix de la idea de fer quelcom significatiu per la societat del segle XXI.

Em va costar força saber quin tema escollir, ja que volia treballar i crear una eina amb el programari que el llarg d'aquest anys he anat aprenent de forma autodidacta. En definitiva, volia trobar un treball de recerca en el qual la part pràctica fos la que tingués més pes, sense abandonar la teòrica.

En veure la construcció de dues rotondes molt a prop de casa, vaig plantejar-me quines problemàtiques de mobilitat pot haver a les ciutats i què cal fer per gestionar-les.

Indagant en diversos articles i fonts d'informació, afirmen que a l'any 2030 el nombre de trànsit de passatgers s'haurà duplicat, cosa que suposara problemes tals com la contaminació, un gran impacte en el medi ambient. Tant és així que vaig posar en marxa la creació d'aquest programa per poder analitzar diverses situacions el voltant d'aquest fet.

Seguint un dels 17 objectius de les Nacions Unides per millorar el món, concretament el de fer el transport més eficient, em vaig marcar com a objectiu principal donar resposta a aquest ítem. Cal buscar iniciatives per combatre la contaminació dels vehicles dins la ciutat. A mesura que ens acostem al 2030, dos terços de la població mundial viuran dins la ciutat. Això comportarà un impacte molt gran en la manera que ens podem desplaçar per les ciutats. Per aquest motiu, hem de procurar maximitzar el rendiment de les vies urbanes per a que el impacte dels vehicles sigui el menor possible.

Un cop ja tenia clar quin era el tema que volia tractar, calia comprovar si amb els coneixements que tenia apresos podia desenvolupar algun programa. Així que vaig crear un primer prototip per veure com avançava i si m'encallava gaire. Quan ja estava ficat en el desenvolupament de l'eina em vaig animar força en veure com anava evolucionant i enllestit petites parts.

L'objectiu d'aquest treball és crear un programa informàtic que permeti a l'usuari dissenyar vies urbanes d'una ciutat on poder afegir carreteres, cruïlles, rotondes, etc,... Posteriorment, es pot fer una simulació d'aquest circuit amb dades hipotètiques o reals de circulació i poder-ne observar les febleses i forteses del circuit. També es poden fer canvis, com passar d'un encreuament a una rotonda, o afegir un semàfor a alguna carretera, desviar cotxes cap a un altre part del circuit.... Això permet analitzar les situacions i trobar-ne una solució òptima.

Com a part secundària del treball, he aplicat l'eina a una situació real de Manresa, obtenint dades de circulació reals per poder comprovar si la meua eina és el màxim de precisa possible. Aquest programa té el propòsit de millorar la circulació i la mobilitat de les ciutats.

D'altra banda, amb aquest treball posaré en pràctica coneixements de les eines de programació *Unity i C#*.

El treball comença amb una explicació de les eines utilitzades i el seu ús dins de l'aplicació creada. Després explico algunes parts del procés en el desenvolupament de l'eina, i tot seguit defineixo diferents estructures reguladores de tràfic. Finalment apporto una anàlisi d'una rotonda de Manresa on vaig poder posar a la pràctica el meu programa amb el qual vaig poder arribar a unes conclusions finals.

2. EXPLICACIÓ DE LES EINES

Per tal de crear un programari que respongui a l'objectiu principal d'aquest treball, vaig estar cercant quines eines podia utilitzar. Tenint en compte els coneixements que havia après de manera autodidacta, vaig arribar a la conclusió que el programa de creació de carreteres i simulació en temps real de cotxes el podem crear utilitzant les eines:

- Blender
- Visual Studio
- Unity

Aquests softwares són de llicència lliure, això significa que permeten crear qualsevol projecte de manera gratuïta i sense establir-ne uns límits. Considero que això va ser un punt clau a l'hora d'escollir-los.

A continuació i de manera breu, us faig una explicació de cadascuna d'aquestes eines, ja que penso que és una part important a comentar.

2.1. BLENDER

Que és Blender?

És un programa que permet a l'usuari fer 4 coses principals:

- **Crear Models 3D:** la creació dels models 3D esà composta per varis passos, un d'ells és el “modeling” o modelar, que significar crear el cos de l'objecte, la seva forma.
- **“Texturing” o “texturitzar”:** vol dir aplicar una textura a cada part d'aquest model 3D, ja que cada material té els seus colors i propietats. Per exemple, un metall no interactua amb la llum de la mateixa manera que ho fa un vidre, per això existeix aquest procés encarregat de definir els paràmetres de com la llum interactua amb l'objecte i així poder obtenir el resultat esperat.
- **Simulacions:** poden ser de líquids, de fum, de corrents d'aire, de cossos tous (que són cossos que tenen una flexibilitat i una deformació). Bàsicament les simulacions serveixen per simplificar tasques que portarien molt de temps de fer en animació i per tan s'han de simular prèviament. Per això el programa et permet aplicar característiques als cossos per a que interactuïn de la mateixa manera que ho faria el vent o líquid dins un recipient.
- **Animacions, compositing o composicions visuals:** són les animacions encarregades de recrear els moviments de la càmera en un video per posteriorment poder afegir elements 3D a sobre del video.



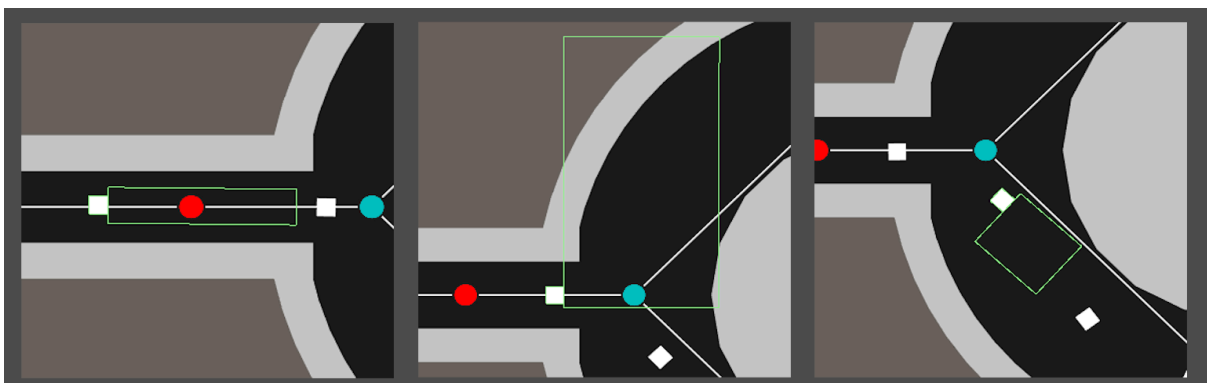
Perquè Blender?

Blender és un software que està a l'abast de tothom des dels seus inicis, ja que està desenvolupat per una organització sense ànim de lucre. Gràcies a això aconseguix el suport de tota una comunitat de creadors que donen o fan contribucions per tal de que el programa millori. Tant és així que actualment està a l'alçada d'altres eines que poden arribar a ser considerablement més cares. Per aquest motiu he decidit utilitzar aquesta eina per crear els elements disposats en el programa.

Ús de Blender a l'aplicació

Dins la meva aplicació he utilitzat aquesta eina per crear els models de les rotondes, ja que són més complexes que els encreuaments o les rectes, degut a que estan constituïdes per corbes que dificulten el seu disseny i necessiten ser creades manualment des de fora d'*Unity*.

També he dissenyat els diversos detectors de cotxes. Cadascun té un ús diferent: per exemple hi ha un que està destinat a l'entrada o l'incorporació des de dins d'una rotonda o encreuament. Això és així ja que el detector ha de ser força ampla i desplaçat cap a l'esquerra per veure els cotxes que es troben a dins la rotonda. Hi ha un altre detector de cotxes que està destinat a les rectes. Per aquest fet és més llarg i permet controlar la velocitat depenent del cotxe del davant. Per últim, hi ha un detector que està destinat per estar dins de la rotonda per evitar que s'acostin molt i també per evitar que puguin reduir la velocitat quan s'acosten als cotxes en les incorporacions.



(Font: Elaboració pròpia. 2019)

2.2. VISUAL STUDIO

Que és Visual Studio?

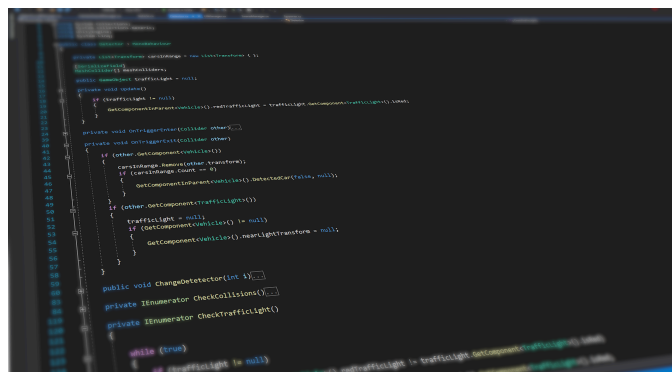
És un editor de codi utilitzat per desenvolupar programes informàtics, aquest software es vincula directament amb el programa encarregat d'executar el codi i a partir d'aquí l'eina busca errors en les línies del codi. A més a més, el programa representa amb diferents colors múltiples parts del codi per tal de que sigui més organitzat visualment i més fàcil de llegir durant l'estona dedicada a programar.



Aquesta eina és desenvolupada per Microsoft i porta des de el 1997 amb desenvolupament degut a que l'edició del codi ha sigut una de les primeres necessitats per les companyies ja que com més còmode i més atractiva sigui l'activitat, més persones formades aconseguixes en aquest sector.

Ús de Visual Studio a l'aplicació

He triat aquest editor de codi per què em permet vincular-lo a *Unity* i junts fan que puguis escriure el codi més còmodament gràcies a que et dona funcions d'autocompletar o de substituir molt útils, a més també de distingir els diferents tipus d'elements que poden haver-hi en el codi, com poden ser variables, funcions, components, condicions..., per resumir, em serveix per crear les "Scripts" que són les línies de text interpretades posteriorment pel programa i així afegir funcionalitats a objectes, en definitiva Visual Studio agilitza la feina afegint aquestes opcions.

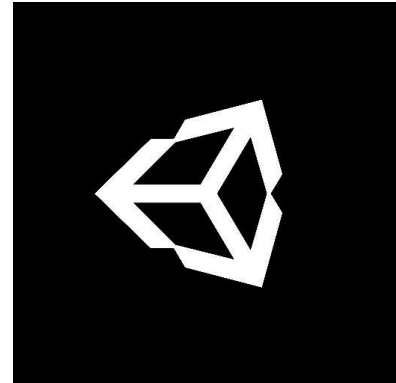


(Font: Elaboració pròpia. 2019)

3. UNITY

Que és?

És un “engine” destinat a la creació d'espais 2D, 3D, realitat augmentada, simulacions (com és el cas d'aquest programa) i multitud d'altres aplicacions. La seva primera versió va ser anunciada el juny del 2005 i s'ha seguit actualitzant fins el present 2019, que amb la seva última versió comprèn una gran extensió de capacitats que el fan un software apte per crear tot tipus de programes.



Que és un “engine”?

Un “engine” en anglès o “motor” en català, és un software que serveix com a base per crear un programa, aquests motors solen tindre una interfícies visuals per facilitar la feina a més de portar unes eines incorporades que han estat prèviament dissenyades, com poden ser, capacitats de gràfics 2D i 3D, físiques, col·lisions, so, animacions i altres capacitats que els creadors del software hagin decidit implementar, ja que cada motor sol estar enfocat en un àmbit en especial.

En el cas de *Unity* està força basat en la creació de videojocs, per això rep el nom de “game engine” o “motor de videojocs” generalment, però això no significa que no tingui aplicació en altres camps, ja que per exemple també és utilitzat en indústries com poden ser l'arquitectura, cinema, construcció i enginyeries, i tot això gràcies a que és una eina molt versàtil i potent.

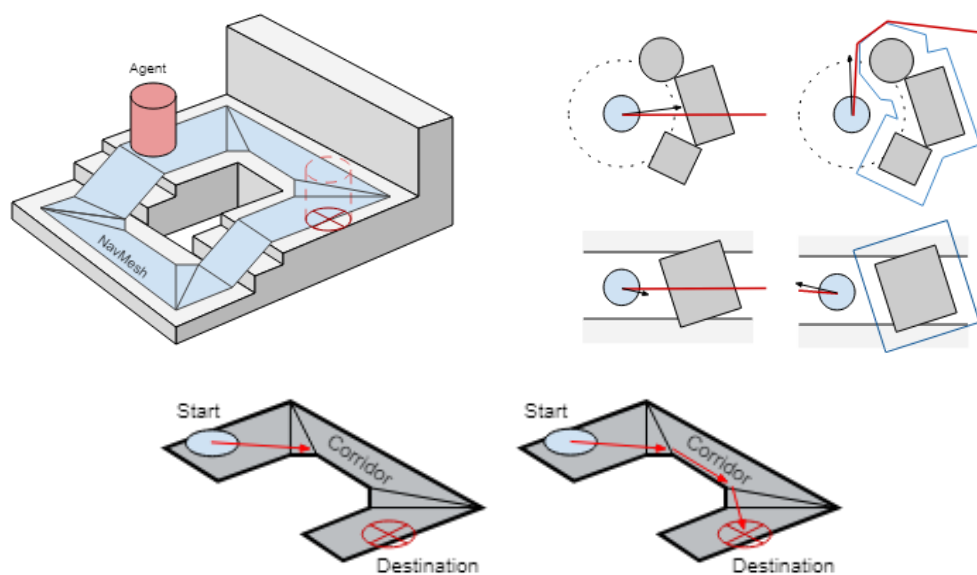
Perquè he escollit Unity?

Unity és una eina que rep actualitzacions mensualment i que porta en desenvolupament des de fa 14 anys, això et dona una gran empenta ja que per crear una eina del mateix calibre es tardaria com a mínim 5 anys amb l'ajuda d'un gran grup de persones. Però gràcies a que l'empresa posa l'eina al teu servei et facilita enormement la feina. Això significa que pots dedicar molta més estona al teu projecte i crear un producte final de més qualitat sense patir per les limitacions de

software o de temps, i t'estalvia haver de crear sistemes com poden ser de renderitzat o físiques.

Ús d'Unity a l'aplicació

Aquesta eina ha estat una de les més importants ja que sense ella no hauria tingut accés el sistema de "Pathfinding" o que s'encarrega de traçar la ruta que ha de seguir un objecte des de l'inici a un punt final. Això és totalment necessari a la hora de crear aquest programa per fer que els cotxes es desplacin per les carreteres de la simulació.



(Font: Gràfics Unity Technologies. 2019)

A part d'aquesta capacitat del programa, *Unity*, et facilita la feina per crear prototips ràpidament, gràcies a això vaig poder veure si era possible aconseguir simular-ho en pocs dies de desenvolupament.

També he utilitzat el sistema de físiques de *Unity*, capaç de controlar velocitats, acceleracions o d'utilitzar detectors amb formes d'un cub, un prisma, un cilindre, o una forma personalitzada per tu. Això em va permetre afegir els detectors als cotxes prèviament dissenyats dins de Blender dotant el vehicle de informació sobre el seu entorn, ajudant així a prendre decisions com per exemple, parar o reduir la velocitat respecte de la distància de la resta de vehicles.

3. DESENVOLUPAMENT DEL PROGRAMA

Com a primer pas per crear el programa de provar que fos viable el fet de poder simular vaig crear una distribució manualment d'una rotonda i ho vaig anar retocant i afegint funcions per veure que tal reaccionava, un cop havent provat que era possible crear la situació, vaig tirar un pas endavant a dissenyar un programa que et permet crear una varietat més gran de situacions i que no estiguis tan limitat a certs casos, sino que puguis tenir l'habilitat de modificar els circuits com prefereixis.

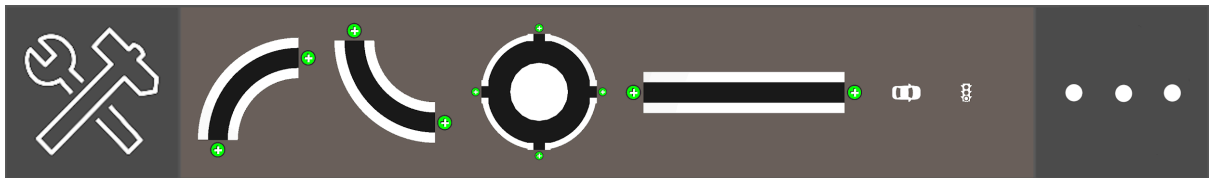
Per fer això vaig decidir crear uns models de rotondes, encreuaments, corbes, o rectes ja prefabricats i que tinguis la habilitat de poder-los ajuntar com peces de scalextric, això dóna lloc a un disseny simple i que al cap de poc ja tens la idea de com crear el cas que vols simular.

També vaig haver d'implementar una de les funcions més importants del programa que facilita la feina a l'haver de recrear els casos un vegada rere altre, aquesta és la funció que et permet guardar els circuits i els valors que els hi hagi donat, aquests valors es guarden en un document de text a través d'un procés anomenat "serialization" que consisteix en guardar la informació d'un objecte en aquest cas en concret, i per després a l'obrir el document es fa servir el procés invers anomenat "deserialization" que agafa la informació guardada anteriorment i la reconstrueix.

La part que més atenció requeria però era la d'assegurar que les velocitats, mides, i valors de les simulacions fossin consistents i coherents, per això vaig anar a prendre valors de les velocitats en rotondes de diferents mides per així aconseguir una constant fent variar així la velocitat depenen del radi de la rotonda, també vaig posar a l'abast de la persona que fa servir el programa de canviar la velocitat en que es simulava per així aconseguir els valors més ràpids, per altre banda l'incrementar la velocitat de la simulació poses en risc la qualitat dels resultat ja que no tots els ordinadors són capaços de processar les mateixes operacions en el mateix temps.

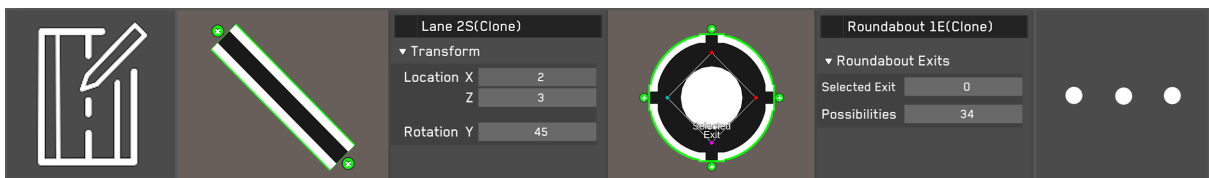
El programa que he desenvolupat serveix per posar a pràctica els diferents casos necessaris per simular. Aquest, es compon per varies eines:

1. La primera d'elles permet crear elements, com per exemple carreteres, rotondes, cruïlles, corbes, a més de posar els elements necessaris per controlar el flux, com per exemple els semàfors o els mateixos encarregats de generar els cotxes per així tenir el flux corresponent.



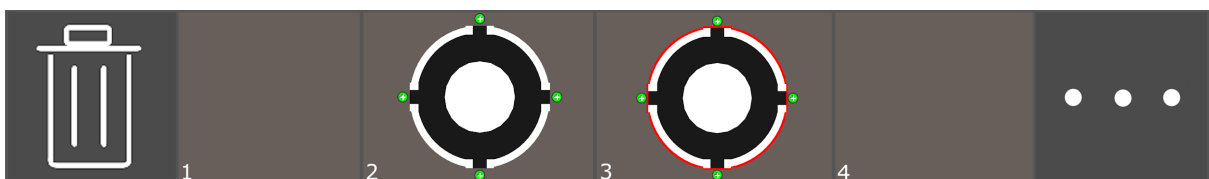
(Font: Elaboració Pròpia. 2019)

2. La segona et permet canviar posicions dels objectes prèviament creats i distribuir-los com més prefereixis, movent-los de posició o rotant-los, també et permet canviar la probabilitat de que un cotxe surti per un camí o per un altre en les rotondes, i també permet temporitzar els semàfors, o canviar la quantitat de cotxes que es creen.



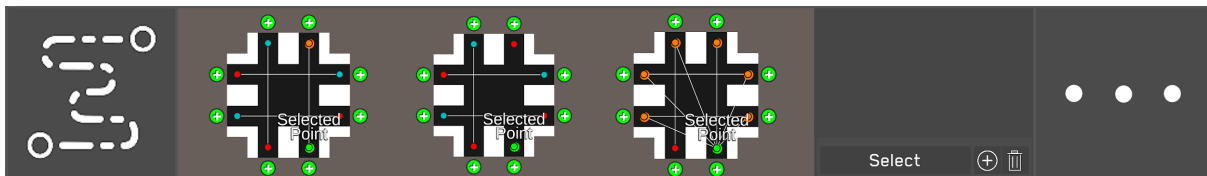
(Font: Elaboració pròpia. 2019)

3. La tercera et permet esborrar objectes que han estat posats per error o que no són necessaris i no vols que estiguin a l'espai de treball.



(Font: Elaboració pròpia. 2019)

4. La quarta eina et permet canviar els camins que poden seguir els cotxes, ja que les carreteres i les possibilitats que tens estan controlades per una xarxa de punts i tens l'opció de modificar-la.



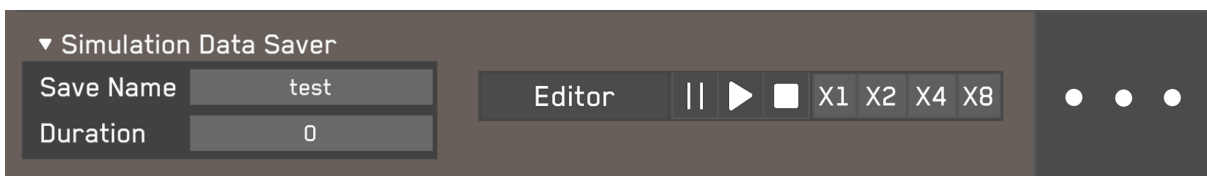
(Font: Elaboració pròpia. 2019)

5. Un cop acabada de montar la situació pots guardar-la i posteriorment obrir-la, o també pots crear un arxius totalment nou, això et facilita el fet d'alternar entre diferent situacions.



(Font: Elaboració pròpia. 2019)

6. Llavors ve la part de poder veure com aquesta situació es desenvolupa durant un període de temps i guarda els resultats de quants cotxes han arribat al final del circuit per així poder determinar si el funcionament era l'esperat o si s'han de modificar alguns paràmetres per millorar l'eficiència.



(Font: Elaboració pròpia. 2019)

Podeu visualitzar el estat actual del programa en aquest link:

<https://youtu.be/PJDpMUu-5CA>

4. CASOS DE SIMULACIÓ

4.1. CRUÏLLA

Les cruïlles o interseccions és el lloc on dos o més carreteres es creuen, aquestes carreteres estan regulades per cedeix el pas o stops quan són petites o no coincideixen gaires línies, en casos més grans sobta per utilitzar semàfors ja que no com a humans no seriem capaços de controlar tantes línies a la vegada i podria ser perillós.



Aquest tipus d'elements van forçar la invenció del semàfor, ja que en el passat es requeria un policia com a mínim per regular el trànsit, fet que va anar evolucionant en diverses variants com per exemple un semàfor accionat manualment amb cartells indicant parar o avançar, o fins i tot un semàfor que tenia llums que s'encenien amb gas, tot i que tot aquestes iteracions eren ineficients i perilloses com el cas del semàfor de gas en que es va produir una explosió, això va resultar finalment en la invenció d'un semàfor elèctric i que era totalment automàtic.



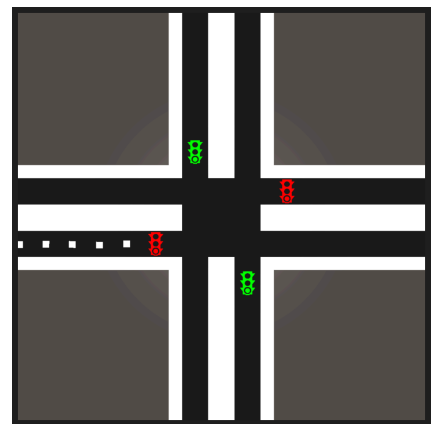
Posant el cas del meu programa els encreuaments estan dissenyats per ser utilitzats juntament amb semàfors.

El objectiu d'aquests en les simulacions o casos reals és regular el tràfic en parts en que hi ha poc espai per crear estructures més eficients o que no requereixin regular-se a través de un semàfor, fent que aquest sigui el sistema més senzill per regular la circulació des d'un punt de vista de construcció i disseny, això deixant de banda l'ho eficient que pot ser el sistema i dels punt negatius que te.

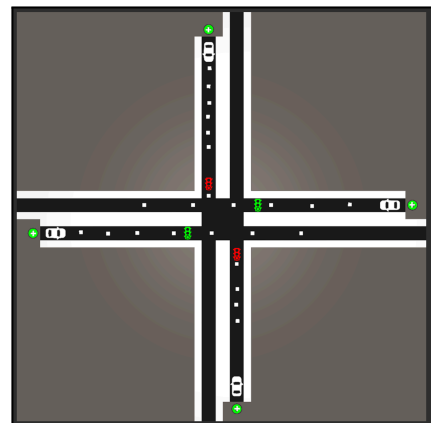
Simulant aquest tipus de circuit, he pogut veure diferents dades curioses:

- Aquests circuits faciliten a que totes les entrades tinguin una regulació equilibrada entre elles, sempre que els semàfors estiguin ajustats correctament.

- Aquests temps assignats als semàfors són donats tradicionalment gràcies a estudis que es fan per veure la quantitat que passen de cotxes per entrada, tenint així en compte quant temps ha d'estar en vermell o en verd. Fer servir aquest sistema però comporta el següent inconvenient en aquest cas: No hi han cotxes a cap de les dues entrades que tenen el semàfor verd, mentrestant les entrades amb el semàfor vermell estan bloquejades i tenen cotxes aturats posant així una dificultat en el tràfic, com és veu així en l'imatge.



- A causa d'això en algunes ciutats s'estan començant a implementar uns sistemes de semàfors intel·ligents, portant així els semàfors a un altre nivell incorporant sistemes de detecció de cotxes a cada entrada per així tindre un sistema dinàmic de regulació i més fluid i eficient energèticament, evitant aturades.



- En el cas de la simulació però deixo de banda aquests sistemes ja que no són gens freqüents i només són prototipus que no se saben quan acabaran utilitzant-se.

4.2. ROTONDA

Les rotondes són interseccions de carreteres amb forma circular i amb una illa central en que els conductors es mouen en direcció contrària a la de les agulles del rellotge. En el moment d'entrar a aquestes, els conductors es troben en un cedeix el pas que fa que rotonda estigui regulada exclusivament pels conductors.

Des dels anys 1900 i 1960 els models antics de rotondes o com es deien pels països que les van introduir primers, "circular junction", donen preferència als cotxes que entren a la rotonda amb l'objectiu de fer que els cotxes que entrin no hagin de reduir velocitat. Això comporta que els que es troben a dins de la rotonda hagin de posar atenció no només a la sortida que han d'agafar sinó també els cotxes que poden vindre, és per això que les primeres rotondes tenent un número superior en accidents en comparació amb les modernes.

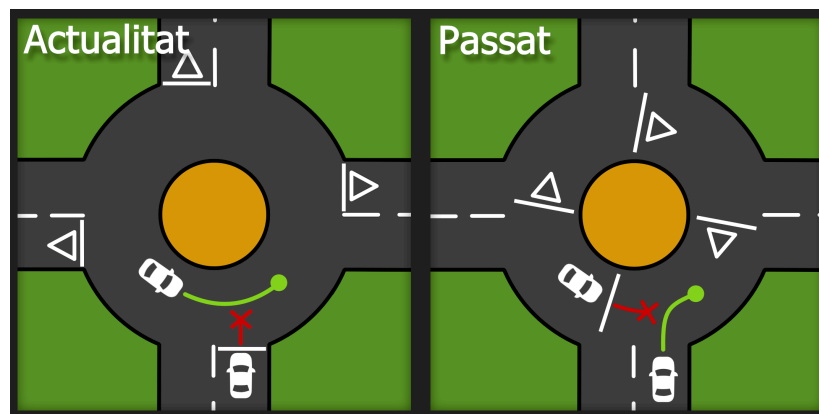
A més a més, tenen un mal rendiment al regular gran quantitats de vehicles degut a que la rotonda dona preferència als que entren fa que els de dins no puguin arribar a la seva sortida ja que es trobaran constantment parant o avançant molt a poc a poc, en definitiva entren molts cotxes però poden sortir pocs, això desencadenava el fet de que haguessin d'intervenir policies, ja que sense la seva ajuda el tràfic per si sol no tenia manera per regular-se en hores punta. Incomplint totalment el objectiu de les rotondes d'evitar posar elements reguladors com a solució.



Resumint les rotondes d'abans tenen 3 aspectes negatius que les fan una mala proposta:

- Posa en perill als conductors.
- Requereix encara mides més grans a una rotonda actual perquè sigui efectiva.
- Quan quedava colapsada requeria acció policial per regular-la incumplint el seu propòsit inicial de ser un element totalment autònom i auto regulable.

La versió actual de la rotonda no va ser introduïda fins que un equip de recerca del Regne Unit van introduir el tipus de rotonda que coneixem avui en dia, ara si anomenat rotonda, "roundabout", que dóna preferència als que es troben a dins d'aquesta i en retira la prioritat als cotxes que volen entrar, cosa que com es va analitzar dóna un rendiment més alt que les anteriors i en redueix casos d'accident. Tot i així no és la millor solució per les ciutats, ja requereixen una quantitat gran d'espai per construir-les i perquè siguin efectives.



(Font: Elaboració pròpia. 2019)

Les primeres places circulars es van projectar en parcs i boscos d'Europa el segle XVII, no va ser fins a principis de XX que es va exportar la idea a les ciutats, on va prendre més força el moviment de posar el model "antic" de rotondes, que en aquell moment era algo innovador, van ser els Estats Units, tenint un resultat negatiu, degut als seus inconvenients del disseny, no va ser fins el 1960 que el Regne Unit va posar solució al problema que altres països no van sumar-s'hi. Al 1970 a França va començar a estendre's la idea i van començar a decorar interiors de rotondes

perquè quedessin més integrades, i Espanya les va introduir més recentment, que un cop acceptades es van difondre fins a tal punt que és el país que més n'ha construït en els últims 30 anys, però actualment el país que ha incorporat més rotondes en les seves carreteres és França amb més de 30.000.

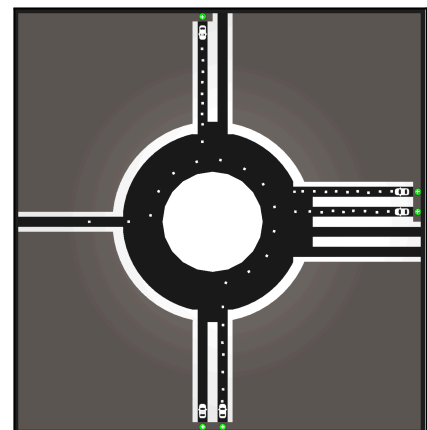


Posant el cas del meu programa les rotondes estan dissenyades per ser utilitzades com a alternativa als encreuaments.

L'objectiu d'aquestes dins la simulació és ajudar a regular el tràfic sense elements com semàfors, sempre tenint en compte que ocupen força més espai que els encreuaments, tot i que per altre banda també són senzilles i solen ser algo més eficients que els encreuaments, tot i així sempre depenen de la mida que es construeixin i d'altres factors.

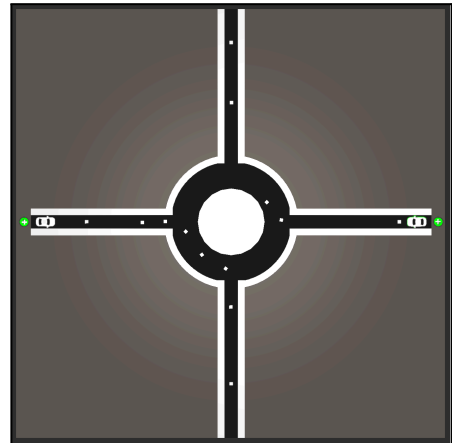
Simulant aquest tipus de circuit, he pogut veure diferents dades curioses:

- En aquest circuits he pogut veure com el flux d'entrada d'alguns carrils pot bloquejar als altres fet que implica que no quedin repertits els cotxes que entren a cada entrada, per altra banda, l'avantatge d'això és que prioritza les entrades amb més cotxes.



- També en alguns casos, les rotondes d'aquest tipus eviten que pugui passar això desviant els cotxes abans de que arribin a la següent entrada per tal de que no interrompeixin a l'entrada, aquestes, és diuen turborotondes, són molt poc comunes, degut a la mateixa raó que els semàfors anteriors, a més de que suposen molt més espai i més inversió alhora de construir, tot i així, són força efectives i milloren en cert grau la circulació.

- En el cas de la simulació, com en el darrer exemple deixo de banda aquests sistemes ja que no són gens freqüents i només són prototipus que no sé sap quan acabaran utilitzant-se.



5. APLICACIÓ A UNA ZONA DE MANRESA

La zona que he escollit per posar a pràctica el programa és la rotonda que uneix l'avinguda dels Dolors, els carrers de la Pau i Santa Joaquina que va ser inaugurada el 2015 amb l'objectiu de millorar el rendiment que tenia aquella zona, ja que quan els conductor arribaven aquella punt, es produïen reduccions de velocitats que resultaven negatives per el moviment del trànsit.

També juntament amb el canvi que es va produir es va senyalitzar un nou pas de vianants per millorar la seguretat dels escolars als centres d'ensenyament.

La rotonda tal i com he dit anteriorment es va inaugurar el gener del 2015 i un l'article de Regió7 resumeix:

“Els vehicles ja volten per la rotonda amb què l'Ajuntament de Manresa vol reduir l'accidentalitat a la conflictiva confluència dels vehicles que provenen de l'avinguda dels Dolors i dels carrers de la Pau i Santa Joaquina, a prop de La Salle. La rotonda elimina perillosos girs a l'esquerra i obliga a reduir la velocitat a què circulen els conductors. Els treballs inclouen també la senyalització d'un nou pas de vianants al carrer de la Pau i la instal·lació de reductors de velocitat a l'avinguda dels Dolors per millorar la seguretat de l'itinerari dels escolars als centres d'ensenyament propers.”

(Font: Regió 7. 15 de gener del 2015)



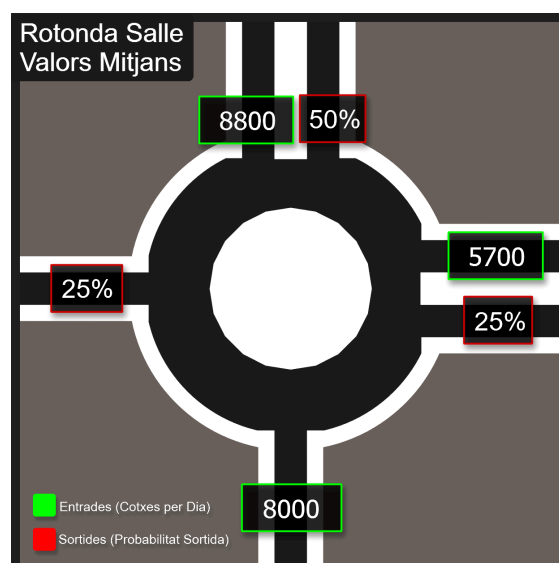
L'anàlisi que he posat a prova consisteix en veure com la rotonda reacciona incrementant el seu flux de cotxes, extraient així el seu límit i poden-la comparar amb altres opcions, alternatives com poden ser increments de radi, canviar-la per un encreuament, posar semàfors, i així poder veure els avantatges o almenys concloure amb quina de les formes és més eficient.

5.1. L'ANÀLISI

Posant la rotonda de la Salle com a exemple a analitzar, començaré primer per crear el model i implementant-lo dins el programa. Un cop havent dissenyat la rotonda dins de l'eina amb les seves entrades corresponents, vaig guardar-ho per així utilitzar-ho posteriorment per les diferents simulacions que procediria a fer.

Les primeres proves les vaig simular respectant les mitjanes de cotxes que circulen durant tot el dia a través d'aquesta rotonda, valors que em va facilitar l'Ajuntament de Manresa.

Una de les eines durant la simulació que em va resultar més útils va ser la possibilitat d'augmentar la velocitat en que passava el temps que em va permeten-me aconseguir els resultats cada 7 minuts (una simulació que en temps real hauria durat 1 hora), aquests temps d'una hora eren necessaris perquè els resultats fossin més precisos.

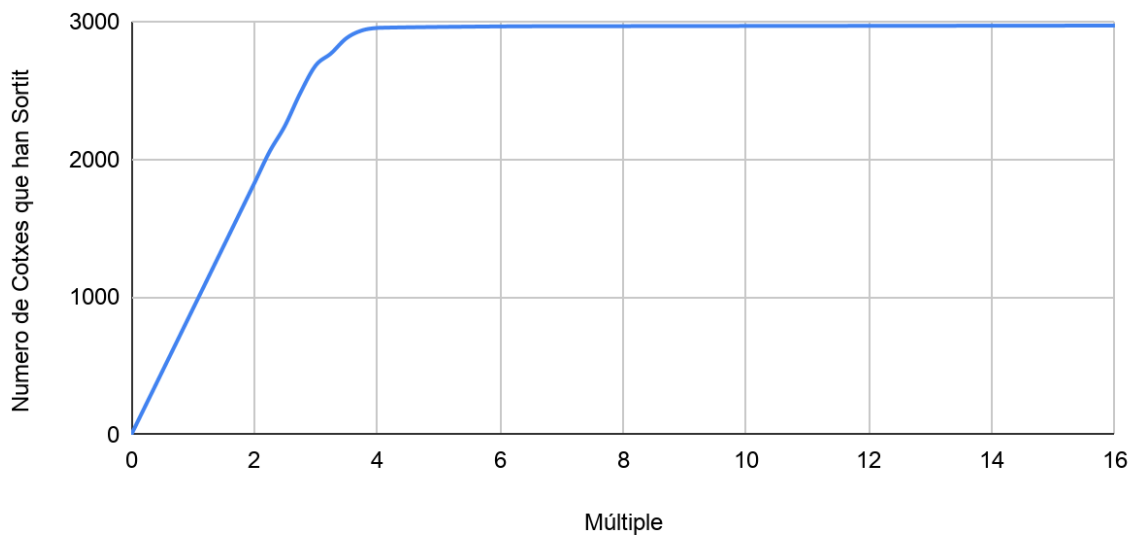


(Font: Elaboració pròpia. 2019)

ROTONDA SALLE APLICANT VALORS MITJANS

A mida que anava aconseguint les dades vaig decidir anar augmentant els cotxes que entraven, el doble, el triple, el quàdruple... fins a arribar a un punt que la quantitat de cotxes que assoleixen la sortida ja no augmenta més, a partir d'aquí aconseguixes el valor de quants cotxes poden sortir per hora com a màxim, tenint com a resultat aquesta gràfica.

Rotonda Salle 30 Diametre Valors Mitjans



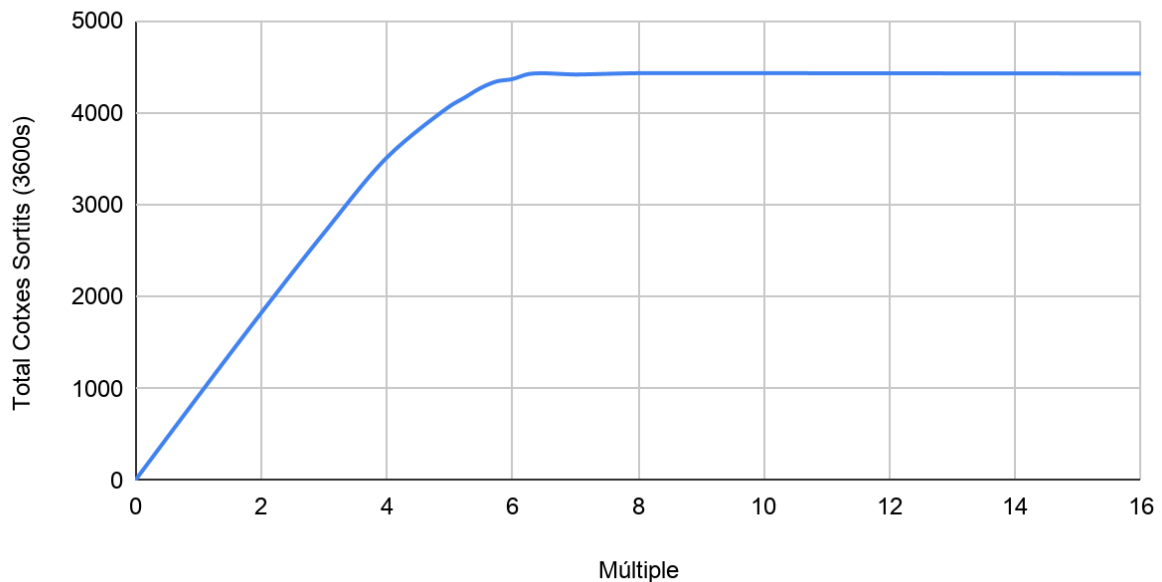
En aquesta es pot veure com aconseguir un límit de 2950 cotxes que poden travessar la rotonda per hora, això sempre tenint en compte de que els conductors siguin eficients, no es distreguin i ningú es pari o vagi més lent de lo normal.

ROTONDA SALLE DE 50 METRES DIÀMETRE APLICANT VALORS MITJANS

A l'acabar d'obtenir el seu màxim de cotxes que surten per hora, em pregunto que passaria si posem una rotonda de 50 metres de diàmetre (tenint en compte de que la rotonda de la salle fa 30 metres de diàmetre), i provar com reaccionaria.

Això té com a principals efectes, més espai entre entrades i un increment de velocitat dels cotxes que es va tenir en compte a la simulació. A partir d'aquí he seguit el mateix procediment que en el cas anterior, obtenint així aquesta gràfica a partir el recull de dades.

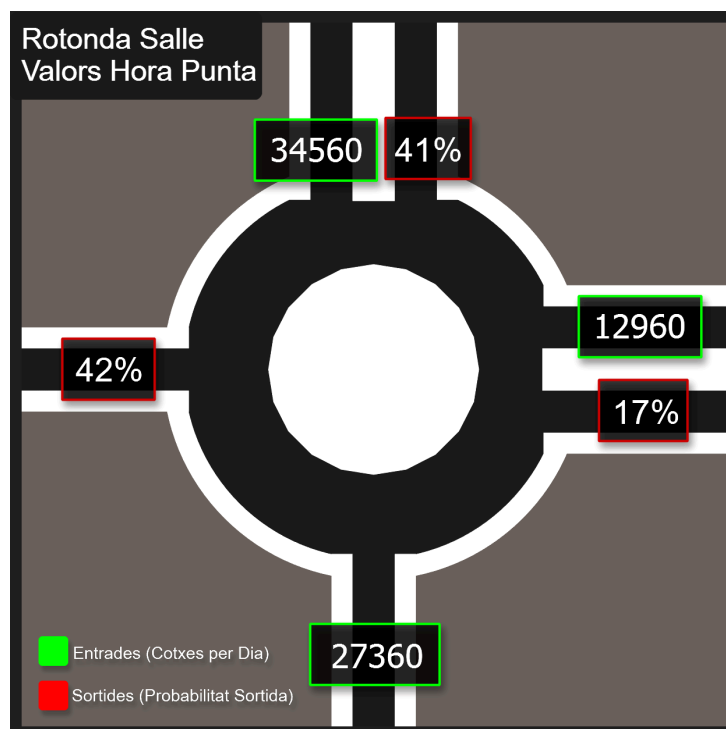
Rotonda Salle 50 Diametre Valors Mitjans



Resultant en un límit de 4400 vehicles si el diàmetre fos de 50 metres, com sempre tenint en consideració que els conductors mantinguessin una circulació fluïda com en els casos anteriors.

ROTONDA SALLE DADES APLICANT MÀXIM FLUX REAL

Tots aquest valors de múltiples que havia fet anteriorment són òbviament basats en especulació així que he decidit investigar quins són realment els valors de la rotonda quan està exposada el seu límit de cotxes, ja que obtindrà valors diferents. Per tant he fet el compte de cotxes en l'hora d'entrada d'estudiants als instituts de la Salle i del Pius Font i Quer, en un dels moments on més cotxes queden acumulats formant cues. A partir de les dades extretes obtenim aquest valors representats a la rotonda.



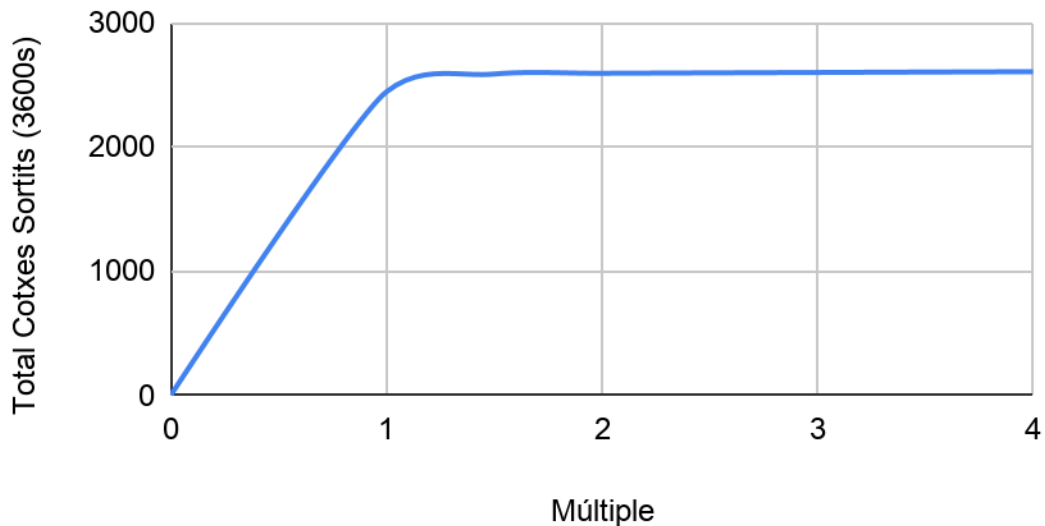
Nom Entrada	Total Cotxes	Nom Sortida	Probabilitat Sortida
Carrer Colomer (Santpedor)	34560	Carrer Colomer (Santpedor)	41%
Carrer de la Pau (Pius / Salle)	27360	Carrer Santa Joaquina (Vedruna)	42%
Carrer Santa Joaquina (Av. Dels Dolors)	12960	Carrer Santa Joaquina (Av. Dels Dolors)	17%

(Font: Elaboració Pròpia a partir de l'observació 25 de setembre del 2019)

Llavors, per mirar si coincideix el que havia vist, he fet la simulació, obtenint aquesta gràfica com a resultat, aquesta coincidia amb la realitat, ja que en la realitat un total

de 59040 que són un total de 2450 vehicles en una hora. Executant la simulació amb aquests mateixos valors obtinc, un total de 2440 vehicles, així que he provat que és suficientment exacte com per ser fiable.

Rotonde Salle 30 Diàmetre Hora Punta



En aquest cas per fer la simulació he afegit un semàfor ja que vaig poder observar que molts alumnes travessant la carretera provinent del Pius (Carrer de la Pau) i obstruïen el tràfic, aquest semàfor doncs el vaig aplicar tenint en compte els temps que tardava a travessar algú.

Aquí gràcies a les dades que vaig recollir he pogut definir dos conceptes diferents:

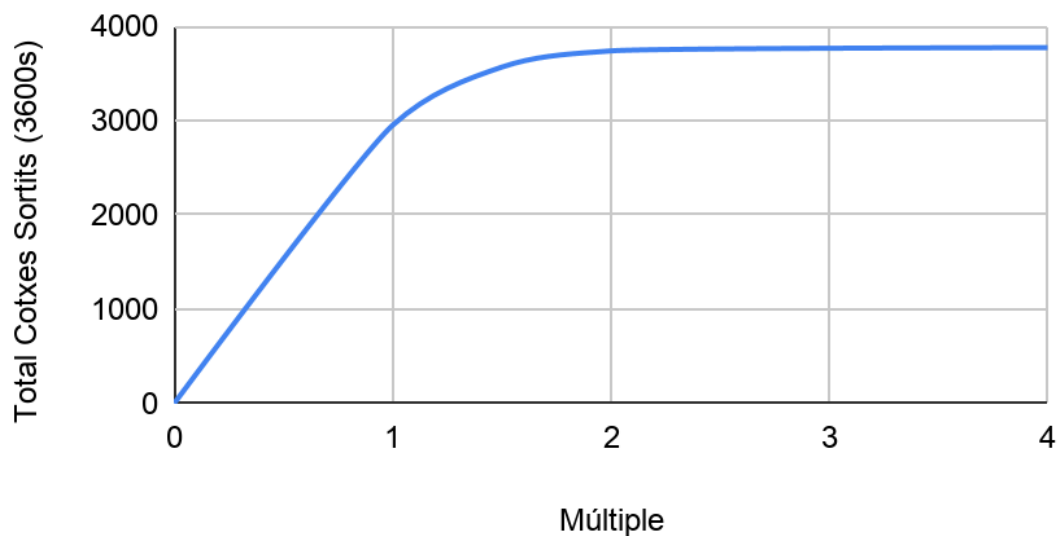
- Un és el flux de cotxes, que són els cotxes que van arribant a les entrades aquests no tenen límits i poden superar el màxim de cotxes que pot arribar a regular una rotonda.
- Per l'altre banda tenim el flux que pot arribar a regular una rotonda, aquest té un límit ja que per molt que augmentés els flux de cotxes que venen, els cotxes que podran travessar la rotonda tindrà un límit determinat per les seves mides i probabilitats de sortida.

En resum, el fet d'augmentar els fluxes no significa un augment de quantitat de cotxes que absorbeix la rotonda, ja que si ho fessis, si la rotonda ja està col·lapsada per molts cotxes més que hi afegeixes no sortiran més sinó que sortiran els mateixos o sino quasi els mateixos, de manera lògica per tant, si està colapsada la rotonda amb més cotxes seguirà colapsada.

ROTONDA SALLE 50 DIÀMETRE DADES APLICANT MÀXIM FLUX REAL:

Seguint el mateix exemple que en l'anterior rotonda vaig augmentar la de 50 metres de diàmetre obtenint un límit d'uns 3500 cotxes, a partir d'aquí podem veure que la rotonda de la salle a l'hora punta el flux de cotxes total és d'uns 73000 cotxes si fos durant el llarg del dia, podem veure com una rotonda d'aquest calibre podria suportar el seu flux ja que pot arribar a suportar uns 85000 amb cues.

Rotonde Salle 50 Diàmetre Hora Punta



En aquest cas no puc afirmar pas que la rotonda augmentada a un diàmetre de 50 metres pogués arribar a suportar aquesta quantitat de cotxes, degut a que necessitaria posar-la en un cas real per poder veure si realment els valors coincideixen o no en la rotonda de la Salle, tot i així com ja he dit anteriorment, he tingut en compte les velocitats i distàncies que es mantindrien si s'augmentés la seva mida així que el resultat no pot ser lluny d'un cas real.

6. CONCLUSIONS

Després de fer aquest treball de recerca puc extreure les següents conclusions:

Un cop ficat dins del treball i feta l'observació d'una rotonda de Manresa en la qual hi ha un problema real de saturació de trànsit en una hora concreta, vaig confeccionar un programa que m'ajudés a buscar una o diverses solucions a aquest problema.

Per poder donar resposta el problema sorgit, vaig recórrer al desenvolupament d'una eina de simulació. Així doncs, presento les conclusions que fan referència als problemes que em van sorgir a l'hora de realitzar aquesta eina.

Seré capaç de crear circuits de carreteres definint totes les alternatives?

Aquesta pregunta l'he solucionat creant un sistema de rutes amb punts d'origen, és a dir, creant un punt d'inici i múltiples punts finals per poder definir les possibles variants reals que ens podríem trobar en una rotonda. Aquest conjunt de punts defineixen una xarxa que imita una via urbana de manera simple.

Seré capaç de crear un vehicle que circuli de forma autònoma?

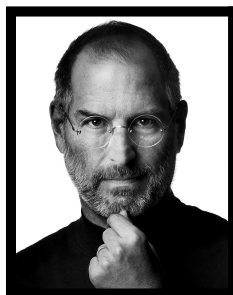
He pogut respondre a aquest problema creant un objecte amb una sèrie de funcions i dotat de detectors. Aquests li permeten prendre decisions sobre la ruta a realitzar, la velocitat, l'acceleració, els semàfors, les entrades a cruïlles o rotondes, les distàncies respecte a la resta de vehicles.

Seré capaç de crear un programa que permeti dissenyar circuits i editar paràmetres?

Aquesta pregunta ha estat un dels objectius més difícils a aconseguir en aquest treball de recerca, però finalment ho he assolit. He ideat un programa que permet de forma senzilla unir cadascun dels elements com si es tractés d'un scalextric, referint-me a elements com a rotondes, rectes, corbes, encreuaments, carrils... Definir tots aquests paràmetres m'ha ajudat al fet que el programa sigui més efectiu a l'hora de crear circuits complexes i sense límits.

La creació d'aquesta eina i les seves funcionalitats m'ha permès extreure dades i analitzar un cas real, cosa que m'ha servit per comprovar la seva precisió i utilitat que pot tenir en projectes reals a les vies urbanes. També he arribat a la conclusió que la construcció d'encreuaments s'ha de limitar, sempre que es pugui, i utilitzar rotondes perquè aquestes suposen una millora en la circulació. L'ús de semàfors ha de quedar limitat en situacions en que el pas de vianants sigui constant, ja que això provoca aturades al tràfic i fa que hi hagi més congestions. Per últim, és molt important que els semàfors que estiguin en encreuaments estiguin ben calibrats per optimitzar la circulació.

Per últim, aquest treball m'ha ajudat a adonar-me compte que la informació està a l'abast de tothom que tingui accés a Internet. Els coneixements previs adquirits al llarg dels cinc últims anys han sigut molt positius per a la realització d'aquest treball, i aquests els he obtingut de manera gratuïta i de forma autodidacta gràcies a la xarxa. Això suposa que qualsevol persona d'un país subdesenvolupat però amb accés a Internet pot tenir les mateixes oportunitats d'aprendre que una persona situada en un país més desenvolupat. És a dir, Internet és una font d'aprenentatge molt potent.



Stay Hungry Stay Foolish - Steve Jobs

7. BIBLIOGRAFIA / WEBGRAFIA

- <https://www.junior-report.cat/mobilitat-clau-aconseguir-ciutats-mes-sostenibles/>
(24/08/2019)
- <https://www.regio7.cat/manresa/2015/01/15/rotonda-acabadaal-costat-salle/298405.html> (29/08/2019)
- <https://www.elperiodico.cat/ca/opinio/20130925/rotondes-o-cercles-viciosos-2690889> (29/08/2019)
- <https://engineering.stackexchange.com/questions/63/what-are-the-pros-and-cons-of-a-traffic-circle-versus-a-traffic-light-intersecti> (21/01/2015)
- <https://www.thevintagenews.com/2018/10/05/traffic-light/> (05/10/2018)
- <https://www.thoughtco.com/history-of-roads-1992370> (03/07/2019)
- <https://www.autoevolution.com/news/road-traffic-history-before-the-streets-got-swamped-12954.html> (12/02/2019)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Road_junction (19/07/2019)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Intersection_\(road\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Intersection_(road)) (09/09/2019)
- <https://answersdrive.com/what-country-in-the-world-has-the-most-roundabouts-1959128> (14/10/2018)
- <https://www.bbc.com/news/magazine-13863498> (01/07/2011)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Roundabout#History> (04/09/2019)
- <https://miovision.com/blog/a-brief-history-of-roundabouts-once-bitten-twice-shy/>
(11/05/2011)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine)) (13/09/2019)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Blender_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Blender_(software)) (10/09/2019)
- <https://www.youtube.com/watch?v=mppxFuMEERs> (10/09/2019)
- <https://docs.unity3d.com/Manual/> (10/02/2019)

ANNEXOS

ANNEX 1

En aquesta part compartire l'extracció de velocitats que pots assolir en les diferents rotondes:

Nom / Dades	Temps 1	Temps 2	Temps 3	Total	Radi (m)	Perímetre (2πr)
Rotonda Crta. Viladordis 1	7	-	-	7	17.15	107.76
Rotonda Crta. Viladordis 2	20	16	22	58	17.65	110.9
Plaça de Prat de la Riba	26	23	26	75	42.88	269.42
Rotonda Salle 1	12	10	14	36	9.9	62.2
Rotonda Salle 2	17	15	20	52	21.9	137.6

Primera taula utilitzada per guardar els múltiples valors aconseguits en la recollida de velocitats (m/s) a l'interior de rotondes.

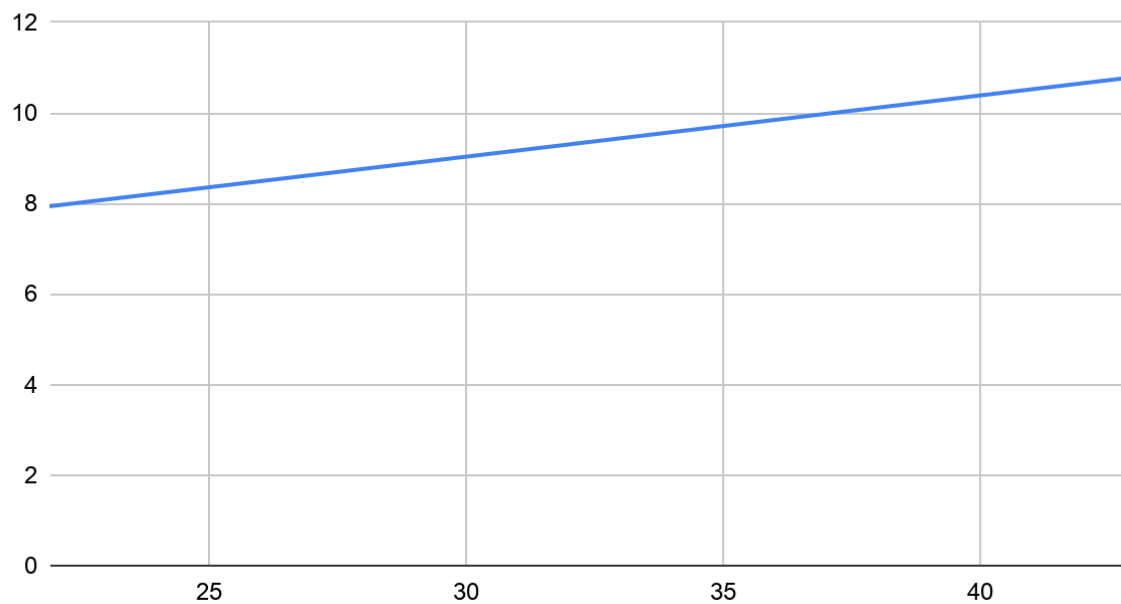
Nom / Dades	Velocitat 1	Velocitat 2	Velocitat 3	Velocitat Mitjana
Rotonda Crta. Viladordis 1	6.92	-	-	6.92
Rotonda Crta. Viladordis 2	5.545	6.931	5.041	5.736
Plaça de Prat de la Riba	10.362	11.714	10.362	10.777
Rotonda Salle 1	5.183	6.26	4.443	5.183
Rotonda Salle 2	8.09	9,173	6.88	7.938

Taula on vaig convertir els valors aconseguits convertits en velocitats (m/s) a partir del perímetre (m).

Nom / Dades	Perímetre (2πr)	Velocitat Mitjana
Rotonda Crta. Viladordis 1	107.76	6.92
Rotonda Crta. Viladordis 2	110.9	5.736
Plaça de Prat de la Riba	269.42	10.777
Rotonda Salle 1	62.2	5.183
Rotonda Salle 2	137.6	7.938

Taula on vaig relacionar les velocitats obtingudes amb el seu perímetre.

Augment Velocitat Mitjana (m/s) respecte Perímetre (m)



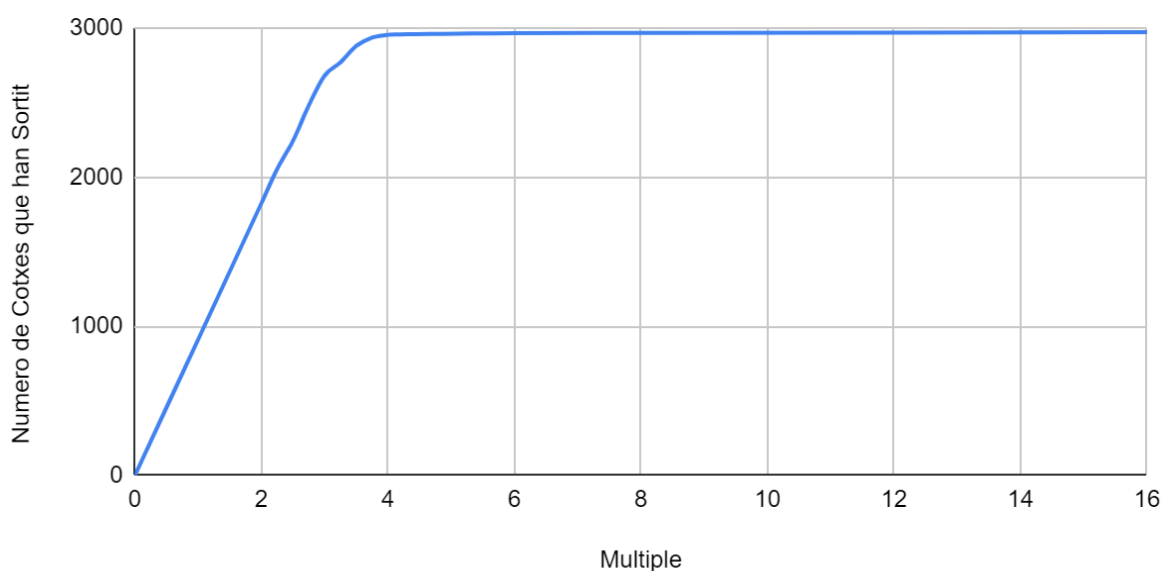
Gràfica obtinguda gràcies als valors de perímetres i velocitats calculades, permeten-me així obtenir una simulació que és basi en la realitat.

ANNEX 2

En aquest apartat mostraré les diferents valors dels múltiples casos simulats:

ROTONDA SALLE SENSE SEMÀFORS 30 DIÀMETRE AMB VALORS MITJANS

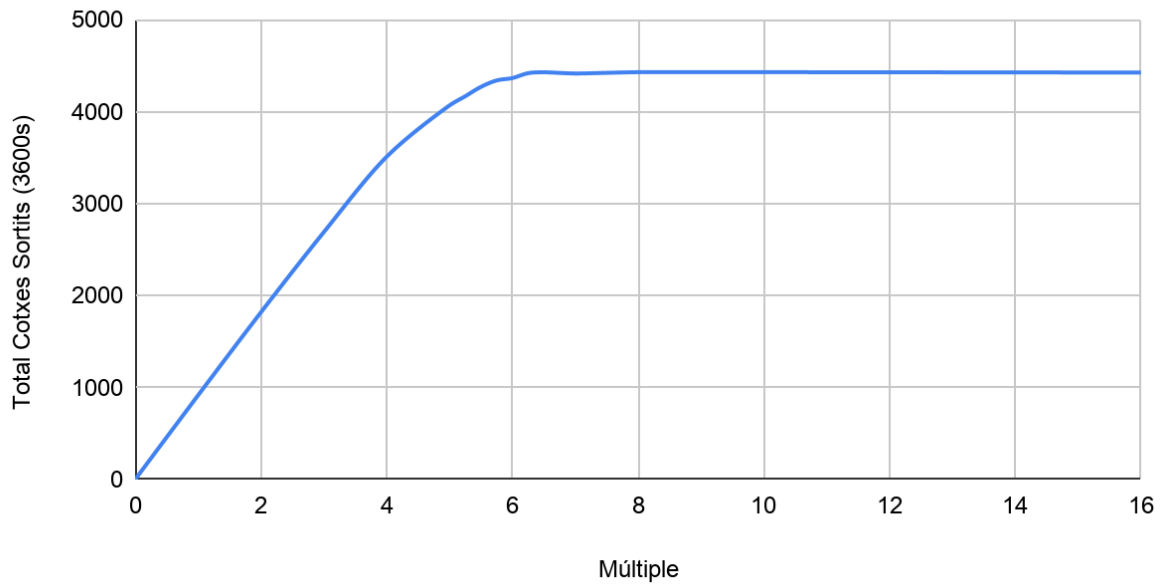
Rotonda Salle 30 Diametre Valors Mitjans



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	911
2	1824
2.25	2055
2.5	2243
2.75	2481
3	2681
3.25	2769
3.5	2879
3.75	2935
4	2954
6	2965
8	2967
16	2971

ROTONDA SALLE SENSE SEMÀFORS 50 DIÀMETRE AMB VALORS MITJANS

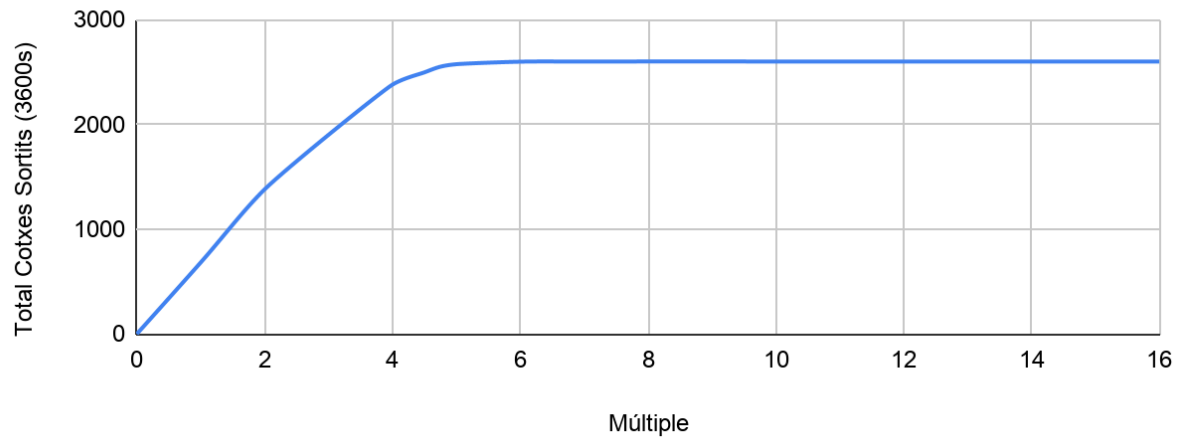
Rotonda Salle 50 Diametre Valors Mitjans



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	915
2	1818
3	2690
4	3511
5	4069
5.25	4169
5.5	4271
5.75	4341
6	4367
6.25	4420
6.5	4430
7	4417
8	4431
16	4427

ROTONDA SALLE AV. DELS DOLORS BLOQUEJADA 30 DIÀMETRE AMB VALORS MITJANS

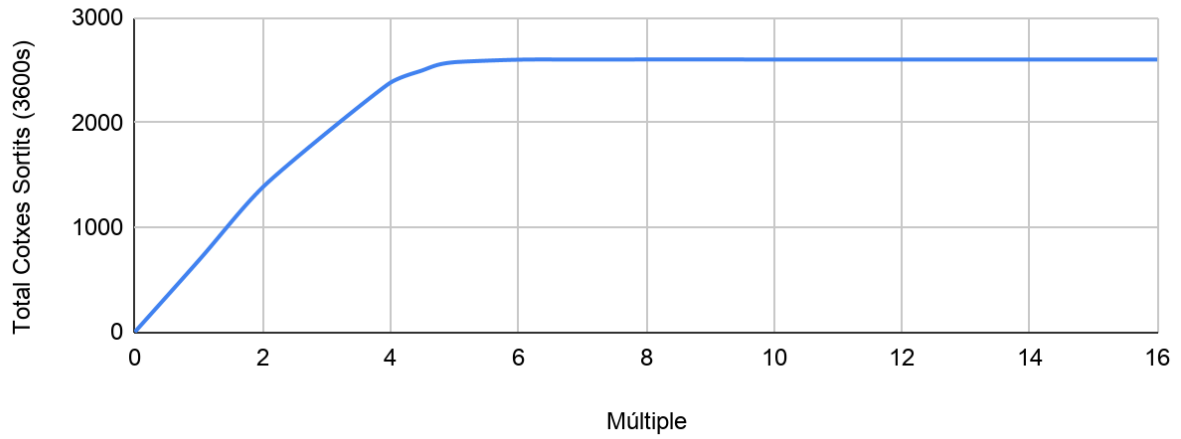
Rotonda Salle Av. Dels Dolors Bloquejada 30 Diàmetre



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	683
2	1381
4	2381
4.5	2498
4.75	2552
5	2576
6	2600
7	2601
8	2602
16	2601

**ROTONDA SALLE AV. DELS DOLORS SEMÀFOR 1MIN/1MIN 30 DIÀMETRE
AMB VALORS MITJANS**

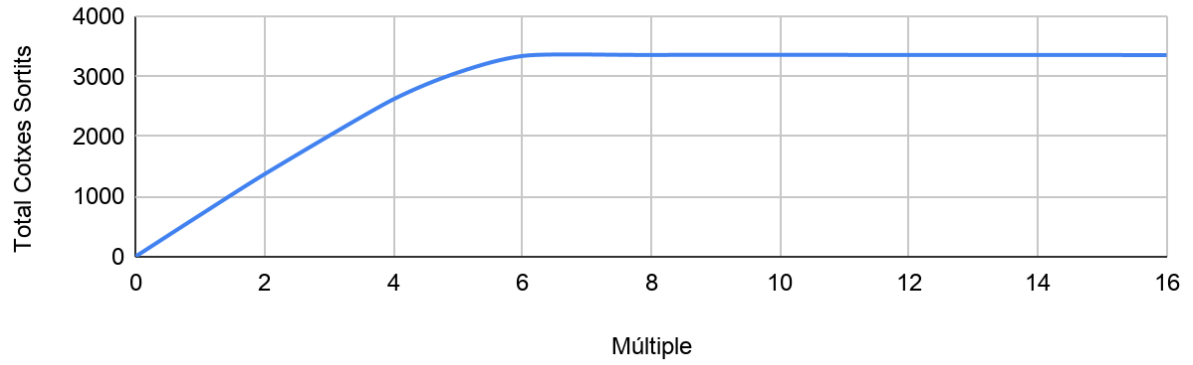
Rotonda Salle Av. Dels Dolors Semàfor 1Min/1Min 30 Diàmetre



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	927
2	1831
4	2630
8	2773
16	2773

ROTONDA SALLE AV. DELS DOLORS BLOQUEJADA 50 DIÀMETRE AMB VALORS MITJANS

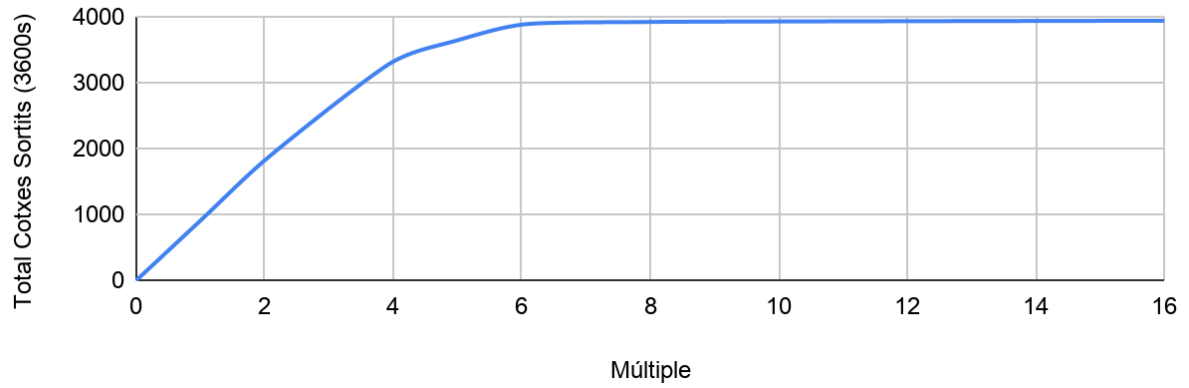
Rotonda Salle Av. Dels Dolors Bloquejada 50 Diàmetre



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	692
2	1372
4	2621
5	3067
6	3343
8	3360
16	3358

ROTONDA SALLE AV. DELS DOLORS SEMÀFOR 1MIN/1MIN 50 DIÀMETRE

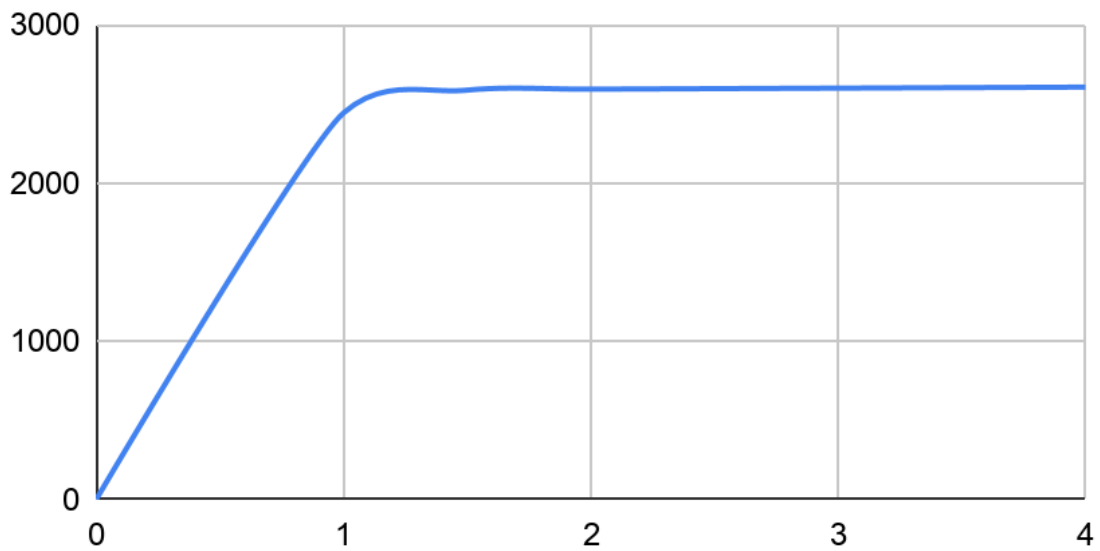
Rotonda Salle Av. Dels Dolors Semàfor 1Min/1Min 50 Diàmetre



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	909
2	1824
4	3325
5	3649
6	3887
8	3928
16	3946

VALORS PUNTA ROTONDA SALLE 30 DIÀMETRE AMB VALORS HORA PUNTA

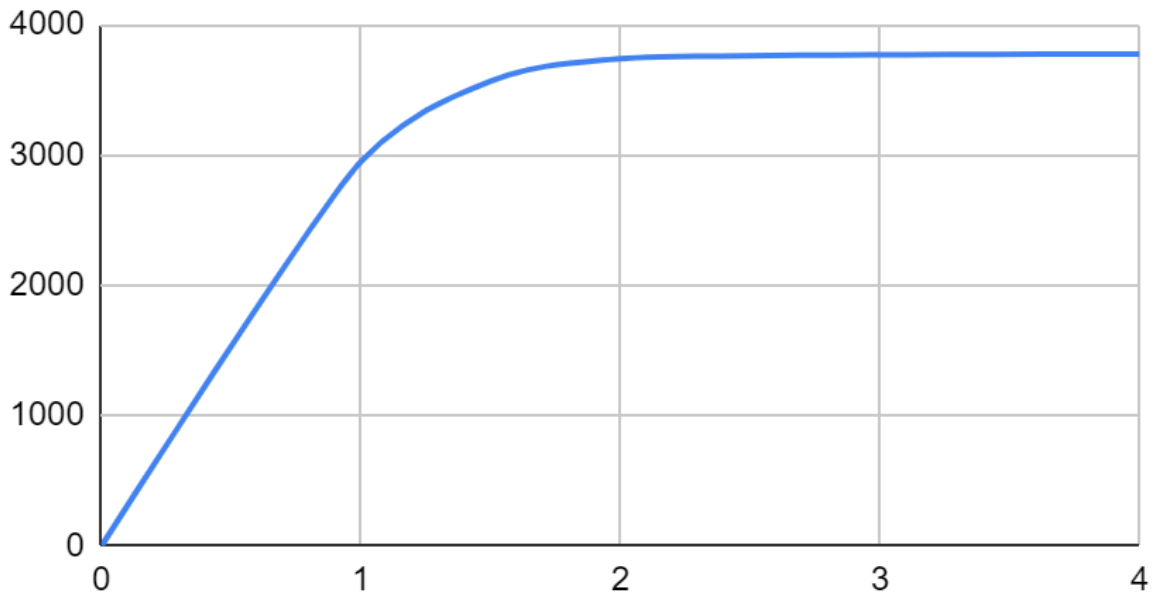
Rotonde Salle 30 Diàmetre Hora Punta



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	2442
1.5	2586
2	2592
4	2605

VALORS PUNTA ROTONDA SALLE 50 DIÀMETRE AMB VALORS HORA PUNTA

Rotonde Salle 50 Diàmetre Hora Punta



Multiples	Total Cotxes Sortits (3600s)
0	0
1	2949
1.5	3566
2	3738
4	3773

ANNEX 3

SCRIPT SERIALIZATION:

Procés que he utilitzat per guardar arxius, aquest procés transforma els valors i la informació que hi ha dins del codi o objectes i els guarda en un format en que Unity podrà reconstruir després, gracies a això Unity et permet guardar arxius i carregar-los posteriorment, gràcies a que ha guardat objectes de la escena.

Aquest procés que he utilitzat, si és fa amb cada valor que guarda el codi pot provocar que tardi molt a executar aquestess opcions, així que he organitzat i triat quins valors eren els imprescindibles perquè els fitxers on és guarden els projectes pessin el mínim possible al voltant d'uns 50 KB, cosa que sempre variara segons l'extensió de elements que hagi disposat dins la simulació.

DETECCIÓ DE COL·LISIONS:

El sistema de col·lisions que he utilitzat ha estat desenvolupat per Unity, els objectes tenen un xarxa de punts que fa la forma en que les col·lisions en formaran part i segons com es detectin aquestes col·lisions es poden dividir en dos tipus:

- **Colliders:**

Aquest representent una col·lisió de manera real, per exemple un objecte es endavant però es para perquè xoca contra un altre, després, depenen d'això pots aplicar diferents característiques a les col·lisions que poden fer que reaccionin de diferent manera.

- **Trigger Colliders:**

En canvi aquests, no interactuen entre ells, i funcionent com a sensors del que els rodeja i t'ajuden a definir si un objecte es troba dins de un rang i altres lectures que poden resultar molt útils.

RIGIDBODIES:

Aquests components s'afegeixen als cossos els quals vulguis controlar paràmetres com poden ser velocitats, acceleracions, una de les parts més indispensables per dissenyar el funcionament de control de velocitats i de desplaçament dels vehicles.

PATHFINDING:

Aquesta eina, m'ha servit per crear tot el sistema de xarxes de punts en les carreteres, ja que jo definint un origen i un punt final, a través de una serie de algorismes de "pathfinding" és capaç de trobar el camí, tot i que he fet algunes modificacions a aquest perquè funcione més exactament com ho fa un cotxe.

SISTEMA FITXERS WINDOWS:

També he implementar el sistema de fitxers que et permet guardar els arxius a partir de l'obtenció de rutes dins del disc dur amb l'ajuda del explorador de Windows, donant-me accés a obrir arxius i guardar-los.

