

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Per què no utilitzem localitzadors?

MEMÒRIA

Autor: Gilbert Romaní Roca
Directors: Manuel Moreno i Lluís Solano
Convocatòria: Q2 2016-17, juny del 2017



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

Aquest Treball de Fi de Grau (TFG) es centra en una primera fase en entendre les raons per les quals la gran majoria de persones no utilitzen localitzadors en el seu dia a dia per tal de resoldre situacions quotidianes, com ara per trobar una motxilla perduda, tenir controlat un gos o saber on és una moto. Per fer-ho, es dóna molta importància a l'estudi exhaustiu de tot allò que ja existeix en relació als localitzadors, centrant-se sobretot en interaccionar amb persones properes a aquest món, ja siguin venedors o potencials usuaris.

La segona fase del TFG es dedica a idear i definir una solució ideal que resolgui la problemàtica analitzada durant la primera fase. Tot i que es conclou que aquesta solució es compon d'un dispositiu localitzador i d'una *app*, aquest treball es dedica sobretot al localitzador i es limita a comentar algunes idees relacionades amb l'*app*, degut a la quantitat finita de recursos dels quals es disposa. Una de les etapes d'aquesta segona fase consisteix en desenvolupar un primer prototip del localitzador que serveixi per després validar algunes hipòtesis, dirigint llavors l'estudi a una vessant de negoci i deixant en un segon pla la part més tècnica del projecte.

L'annex del treball conté informació addicional de diversos apartats, que en general serveix per ampliar i/o il·lustrar el contingut presentat al nucli de la memòria. Una part important de l'annex l'ocupa el conjunt de fitxers que constitueixen el *firmware* del prototip del localitzador, definit per l'autor del treball Gilbert Romaní i desenvolupat pel *freelancer* Miguel Bolívar.

L'última part del TFG reflecteix l'aprenentatge adquirit durant els catorze mesos de durada del projecte, conclouent que l'oportunitat de negoci amb la venda de localitzadors per a ús quotidià està subjecta a la necessitat del desenvolupament tecnològic de diversos components, com ara les bateries, per tal de disminuir els costos de fabricació i així oferir un preu de venda en consonància amb el que els potencials usuaris estan disposats a pagar, que a dia d'avui està considerablement per sota del que ofereix el mercat.

No obstant això, s'exposen dues alternatives per donar continuïtat al projecte en forma de negoci, basant-se en associar-se amb una empresa de la Xina que permetria proveir-se de localitzadors amb uns costos propers als que es consideren adequats. A més, es fa un símil amb *Tesla* i *Apple* per il·lustrar el camí a seguir per tal de fer créixer un hipotètic negoci, sobretot pel que fa al *marketing* i a la manera de vendre la solució.

Pròleg

Un matí de la primavera del 2016, en ple sisè quadrimestre del Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials a l'ETSEIB, em vaig adonar que havia arribat el moment. Durant els quadrimestres anteriors, havien estat moltes les vegades en què jo, com la majoria d'estudiants, m'havia entretingut una estona pensant de què podria parlar amb el meu treball de final de carrera.

Per tranquil·litat meva, mai abans no m'havia calgut aprofundir en la recerca d'un tema interessant a estudiar, fins aquell matí. La bona notícia era que no vaig haver de fer cap recerca, sinó que una successió d'esdeveniments van determinar la meva tria, espontàniament.

La Carlota, la meva cunyada, sempre m'ha dit que necessita saber on són els seus gossos i que no troba una solució que li agradi. Cada mes, a Barcelona, a algun amic li roben la moto a la nit. El meu pare, jubilat i cada dia menys jove, perd coses. Aquell matí em vaig preguntar detingudament per què vivim sense solucionar aquestes inconveniències.

Sense ser-ne del tot conscient, dos quadrimestres abans del previst, m'havia endinsat en el meu Treball de Fi de Grau (TFG). Aquesta memòria explica com vaig procedir a partir d'aquell dia, amb els objectius d'entendre per què no solucionem diversos problemes quotidians de localització i posteriorment intentar trobar una solució.

Índex de la memòria

Resum	3
Pròleg	5
Índex de la memòria	7
1. Glossari	11
2. Motivació	13
3. Introducció	14
3.1. Objectius	14
3.2. Abast	14
4. Antecedents	16
4.1. Venedors de localitzadors	16
4.1.1. Localització per <i>Bluetooth</i>	16
4.1.2. Localització per <i>GPS</i>	17
4.2. Clients potencials	18
5. Solució	23
5.1. Localitzador i <i>app</i>	23
5.2. Solució proposada i sistemes associats	24
5.3. Anàlisi d'usuaris de tots els sistemes	26
5.3.1. Tipus d'usuaris.....	26
5.3.2. Necessitats de cada usuari.....	27
5.3.3. Examen ergonòmic de l'usuari operador	28
5.4. Disseny conceptual	30
5.4.1. Anàlisi de funcions	30
5.4.1.1. Arbre de funcions	30
5.4.1.2. Taula de funcions	31
5.4.2. Anàlisi de seguretat.....	31
5.4.2.1. Arbre d'errors i conseqüències.....	31
5.5. Estudi d'alternatives	32
5.5.1. Presentació general de les alternatives	32
5.5.2. Descripció de cada alternativa	32
5.5.3. Anàlisi comparativa de les alternatives.....	33
5.5.4. Alternativa seleccionada.....	34
6. Prototip	37
6.1. <i>Firmware</i>	38
6.1.1. Característiques generals.....	38
6.1.2. Funcions disponibles	38
6.1.2.1. Obtenir la posició per <i>GPS</i>	39
6.1.2.2. Consultar el nivell de càrrega de bateria.....	39
6.1.2.3. Avís automàtic del nivell de càrrega de bateria baix	40

6.1.2.4. Avís automàtic de la bateria carregada.....	40
6.2. Hardware.....	40
6.3. Possibles millores.....	42
6.3.1. Desactivar el circuit d'antena activa del <i>GPS</i> al mòdem LoNet	42
6.3.2. Posar el <i>switch</i> general després del circuit de càrrega de la bateria	42
6.3.3. <i>Ultra low-power wake-up</i>	42
7. Testing del prototip.....	44
7.1. Cobertura <i>GSM</i> i <i>GPS</i>.....	44
7.1.1. Precisió de localització	46
7.2. Bateria.....	46
7.3. Fora d'Espanya i exemple d'ús.....	48
8. Targeta <i>SIM</i>.....	50
9. App	53
10. Validació d'hipòtesis de negoci	54
11. Planificació.....	58
12. Costos i pressupost	61
12.1. Costos de les activitats realitzades	61
12.1.1. Costos dels recursos humans	61
12.1.2. Cost del <i>freelancer</i>	63
12.1.3. Costos materials	63
12.1.4. Altres costos	64
12.1.5. Cost total	65
12.2. Pressupost de les activitats futures	65
13. Normativa aplicable.....	69
14. Impacte en l'entorn.....	70
14.1. Impacte de l'execució del TFG.....	70
14.2. Impacte de les futures activitats	70
15. Conclusions	74
16. Agraïments	76
17. Bibliografia	78
17.1. Referències bibliogràfiques	78
17.2. Bibliografia consultada	79
17.2.2. Mòdul de comunicacions.....	82
17.2.3. <i>App</i>	83
17.2.4. Empreses que venen localitzadors, segons la tecnologia de localització.....	83
17.2.4.1. <i>GPS</i>	83
17.2.4.2. <i>Bluetooth</i>	85
17.2.4.3. Radiofreqüència	86
17.2.4.4. Xarxa <i>GSM</i>	86

17.2.5. *Crowdfunding campaigns*.....86

1. Glossari

2G: segona generació de telefonia mòbil.

Android: sistema operatiu basat en el nucli *Linux*.

API: interfície de programació d'aplicacions.

App: aplicació mòbil.

BOM: *bill of materials*. Recopilació de tots els components d'un producte, especificant-ne les unitats i el cost.

C: llenguatge de programació.

Coach: mentor en el món de les *startups*.

EEPROM: *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*.

Feedback: procés comunicatiu.

Firmware: programa informàtic.

Freelancer: treballador autònom.

Gerber: format d'arxiu.

GPRS: *General Packet Radio Service*.

GPS: *Global Positioning System*.

GSM: *Global System for Mobile*.

Hardware: parts tangibles d'un sistema informàtic.

Harvesting: energia obtinguda de fonts externes.

iBeacon: sistema de posicionament en interiors.

iOS: sistema operatiu d'*Apple*.

IoT: *Internet of Things*.

Landing page: terme comú al món de les *startups*, que fa referència a una pàgina web que busca provocar una acció dels visitants per tal de validar alguna cosa.

LED: *Light-Emitting Diode*.

LiPo: bateria de polímer de ions de liti.

Login: inici de sessió.

LoRa: *long range, low power wireless platform*.

Online: a internet.

PCB: Printed Circuit Board.

PIC: família de microcontroladors tipus RISC.

PMOS: P-type Metal-Oxide-Semiconductor logic.

Pop-up: finestra emergent, normalment online.

Pre-order: compra feta abans que el producte hagi sortit al mercat.

RC: Resistor-Capacitor.

RTOS: Real-Time Operating System.

*SigFox: solució de connectivitat mòbil mundial per l'IoT pensada per comunicacions de poques dades utilitzant la tecnologia de transmissió *ultra narrow band*.*

SIM: Subscriber Identity Module.

Smartphone: telèfon intel·ligent.

SMD: Surface Mount Device.

SMS: Short Message Service.

SOx: òxids de sofre.

Startup: empresa tecnològica emergent amb molt potencial de creixement.

Switch: commutador.

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.

USB: Universal Serial Bus.

Velcro: sistema de tancament mecànic.

WDT: WatchDog Timer.

2. Motivació

No deixa indiferent el fet que localitzar coses quotidianament no sigui una activitat més de la rutina de qualsevol persona que visqui a una ciutat com Barcelona. Amb el grau de desenvolupament tecnològic en què es troba el món avui no és intuïtiu pensar que localitzar objectes, animals o persones, amb una finalitat respectable, no és a l'abast de tothom a nivell tècnic i econòmic.

Existeix, per tant, una problemàtica sense una solució clara, que es resumeix en la necessitat de localitzar coses de manera fàcil, ràpida i barata. Els afectats per aquesta problemàtica són la majoria de persones de qualsevol ciutat desenvolupada econòmicament.

És justament aquesta magnitud global de la problemàtica la font d'energia principal que alimenta les ganes de trobar una solució. Des del primer minut s'ha treballat per desenvolupar una solució que estigui a l'abast de tothom, incloent mares, pares i joves.

Un altre element motivador és el fet que no existeixi encara una bona solució. Això indica que encara hi ha molt recorregut sense fer pel que fa a les innovacions tecnològiques i empresarials que poden solucionar la problemàtica descrita.

A més, hi ha una component de curiositat prou gran per descobrir quins són els motius que expliquen que encara no s'hagi solucionat el problema. S'ha estudiat en profunditat si hi ha impediments tecnològics, de negoci o si es tracta d'una mescla dels dos anteriors.

Tot això s'ha vist reforçat per la voluntat de culminar el grau de quatre anys amb un projecte més real i menys acadèmic, que requereix abordar temàtiques d'un ampli rang de disciplines i per tant ser capaç d'utilitzar totes les eines que la carrera presenta i d'altres de desconegudes.

3. Introducció

3.1. Objectius

El projecte té tres objectius principals. En primer lloc es vol entendre per què la majoria de persones no utilitzen un localitzador de manera quotidiana per resoldre múltiples situacions. Aquesta part consisteix en detectar raons concretes que expliquen la problemàtica enunciada.

Alguns exemples de persones a les quals es fa referència són: motoristes, persones amb gos o altres mascotes, viatgers amb maletes, pares amb nens que van sols a l'escola, caçadors amb gossos, gent amb bosses, esquiadors, perdedors de coses (claus, paraigües, fundes d'ulleres, etcètera), familiars de persones malaltes, navegadors, corredors, ciclistes o exploradors. Aquests són només alguns dels infinits individus que podrien beneficiar-se en utilitzar un localitzador.

En segon lloc, un cop diagnosticat el problema i havent entès per què no és comú utilitzar un localitzador, es té com a objectiu idear i crear un prototip que solucioni la problemàtica detectada.

Una darrera part important del projecte consisteix en avaluar l'efectivitat de la solució proposada. Això significa estudiar si el prototip creat té potencial per solucionar el problema diagnosticat o, en altres paraules, detectar si el mercat accepta el producte i/o servei concebut/s.

Tal i com s'ha mencionat al paràgraf anterior, aquest projecte vol mantenir-se proper a la vessant econòmica i empresarial de tots els temes tractats. En altres paraules, no es té com a objectiu fer una recerca purament científica i allunyada de l'aplicació tecnològica a un context real. Per 'context real' s'entén el conjunt d'una ciutat desenvolupada com Barcelona i les persones que hi viuen.

3.2. Abast

Aquest projecte pretén tractar uns temes concrets, amb unes fronteres ben definides pel que fa al seu contingut. El primer pas és analitzar amb profunditat la problemàtica ja comentada: per què la majoria de persones no utilitzen un localitzador quotidianament?

L'estudi de la problemàtica implica endinsar-se en el mercat dels localitzadors. Aquest és un element fonamental per conèixer què s'ha inventat fins avui, què ha funcionat i per què ho ha fet, en què s'ha errat i què cal millorar.

Un cop s'han respost totes aquestes qüestions es pot procedir amb el següent pas, que consisteix en veure quin prototip d'un producte i/o servei es pot crear per generar valor afegit d'alguna manera, per tal que el mercat se'n pugui beneficiar.

També és responsabilitat d'aquest projecte avaluar la validesa de la solució creada en forma de prototip. En la mesura del possible, cal detectar les reaccions del mercat davant la solució proposada. No es poden extreure conclusions simplement basant-se en suposicions no justificades objectivament, ja sigui amb dades o amb fets. És per això que cal tornar a entrar en contacte amb el mercat, però aquesta vegada no només per observar passivament, sinó per actuar-hi i analitzar-ne les reaccions.

No obstant, l'abast d'aquest projecte té unes fronteres clares. En cap cas es pretén crear una solució definitiva i llesta per incorporar-se al mercat. Per assolir aquesta fase calen múltiples etapes posteriors a aquest projecte, com són la implementació de correccions i millores o la fabricació del producte definitiu.

Per tant, tot i que l'objectiu final és disposar d'un prototip que permeti validar el màxim nombre d'aspectes referents a la qualitat de la solució proposada, se sap que hi haurà un conjunt de variables que no es podran estudiar degut als recursos temporals i econòmics dels quals es disposa durant el projecte.

Per exemple, un element clau per avaluar la solució creada és el preu de venda al públic. No obstant, no es pretén establir les relacions amb proveïdors necessàries per determinar els costos de producció i, per tant, no es contempla determinar el preu de venda del localitzador. Tot i això, sí que es vol obtenir una conclusió acurada sobre quin preu seria l'òptim per tal d'aconseguir vendre el producte, basant-se en diàlegs i experiments amb potencials clients.

Consegüentment, tampoc és l'objectiu d'aquest projecte estudiar i implementar un pla de vendes de la solució concebuda. Sí que es vol recollir les primeres impressions del mercat a partir del prototip creat, però no es pretén desenvolupar les vendes reals d'un producte acabat.

4. Antecedents

Uns mesos després de començar una recerca exhaustiva de la situació del mercat dels localitzadors d'ús particular s'obtenen diverses conclusions. Abans d'exposar-les és important comentar quines han estat les principals fonts d'informació. La investigació s'ha enfocat des de dues perspectives principals: la dels venedors de localitzadors i la dels potencials clients usuaris d'aquests localitzadors. Així doncs, la informació s'ha obtingut majoritàriament a partir d'aquests dos grups.

Per tal d'obtenir una idea molt més acurada sobre el que es parla en aquest apartat i per veure la multitud de fonts que han permès escriure'l és necessari llegir la bibliografia consultada, que es presenta al final d'aquest treball. En ella hi ha una llista estesa amb les diverses fonts consultades i, més important, aquesta llista està organitzada en subapartats que permeten obtenir una visió precisa del mercat actual dels localitzadors.

4.1. Venedors de localitzadors

D'una banda, s'ha aconseguit tenir una visió global i detallada de la majoria d'empreses de tot el món que venen localitzadors d'ús particular. S'han explorat multitud de botigues *online*, però també s'ha contactat directament amb botigues físiques, com per exemple d'animals o motocicletes. El valor de la informació obtinguda ha estat sovint més elevat al rebre'l de botigues físiques, en comparació amb la informació aconseguida *online*.

Dins d'aquest grup es considera interessant fer una divisió en dos subgrups. Aquesta classificació es centra en la tecnologia de localització utilitzada pel localitzador, que determina un aspecte clau: l'abast de localització o, en altres paraules, la màxima distància a la qual s'ha d'estar respecte el localitzador per tal de poder obtenir-ne la localització. Les dues tecnologies de localització més utilitzades a tot el món són el *Bluetooth* i el *GPS*.

4.1.1. Localització per *Bluetooth*

El *Bluetooth* permet localitzar coses que estan aproximadament a menys de trenta metres de distància de l'usuari. És, per tant, una solució de poc abast.

Un avantatge del *Bluetooth* és que el seu consum d'energia és molt baix, especialment en el cas del *Bluetooth Low Energy*, podent-se alimentar el dispositiu localitzador amb una bateria de botó. Gràcies a això la mida del localitzador pot ser molt petita.

És important explicar que el mercat que utilitza el *Bluetooth* per localitzar coses està bastant explotat. Ho demostra el fet que durant els últims mesos s'han creat diverses empreses de localització per *Bluetooth*, com per exemple:

- <https://mynt.slightech.com>
- <https://www.nutfind.com>
- <https://www.thetileapp.com>
- <http://trouver.io>
- <https://www.thetrackr.com>
- <http://loc8ing.com>

Algunes d'aquestes empreses no expliciten el fet que els seus dispositius únicament permeten obtenir la localització estant a trenta metres o menys d'allò que es vol localitzar. La justificació que algunes d'elles ofereixen és que tenen una funcionalitat anomenada *Crowd GPS* [1], que consisteix en obtenir la localització d'un objecte quan una altra persona que utilitza un dispositiu de la mateixa empresa passa a prop d'aquest objecte, sense importar la distància a la qual estiguin les dues persones.

És evident que per tal que el *Crowd GPS* sigui eficaç és necessari que l'empresa tingui un número d'usuaris actius enorme. A més, només és útil si l'objecte a localitzar està a una ciutat on pugui haver aquests usuaris; per tant, és inútil en moltes situacions, com per exemple per localitzar un gos a un bosc. Així, es conclou que les solucions de les empreses que utilitzen *Bluetooth* només serveixen en distàncies petites, d'unes desenes de metres, com per exemple a dins d'una casa.

4.1.2. Localització per *GPS*

La tecnologia *GPS* permet localitzar coses a gairebé tot el món, independentment de la distància entre l'objecte a localitzar i la persona que el vol localitzar. Aquest ampli abast s'aconsegueix gràcies a satèl·lits que orbiten al voltant de la Terra.

No obstant, de cara a usos particulars la tecnologia *GPS* encara no s'ha explotat com sí que s'ha fet amb el *Bluetooth*. El *GPS* és una tecnologia molt utilitzada, però principalment en sectors industrials especialitzats quan es tracta de localitzar objectes.

De fet, per aquest motiu molts usuaris particulars entenen aquesta tecnologia com una cosa cara. Per tant, sembla que hi ha molt recorregut per fer al mercat de localitzadors *GPS* d'ús particular.

4.2. Clients potencials

Una acció que s'ha dut a terme des de l'inici del projecte ha estat interactuar amb clients potencials. És una realitat que són ells qui determinen si un negoci és viable o no. O en altres paraules, són ells qui decideixen si paguen per un producte o servei.

Previsiblement, després de diversos mesos de converses i recerca es confirma que a dia d'avui la gent no està habituada a utilitzar localitzadors al seu dia a dia. Això no és un problema necessàriament en termes de negoci, però s'ha de tenir en compte a l'hora de dissenyar l'estratègia de comunicació amb els clients. Localitzar objectes no és una necessitat primària i, per tant, és fonamental explicar bé al client quins beneficis té utilitzar un localitzador.

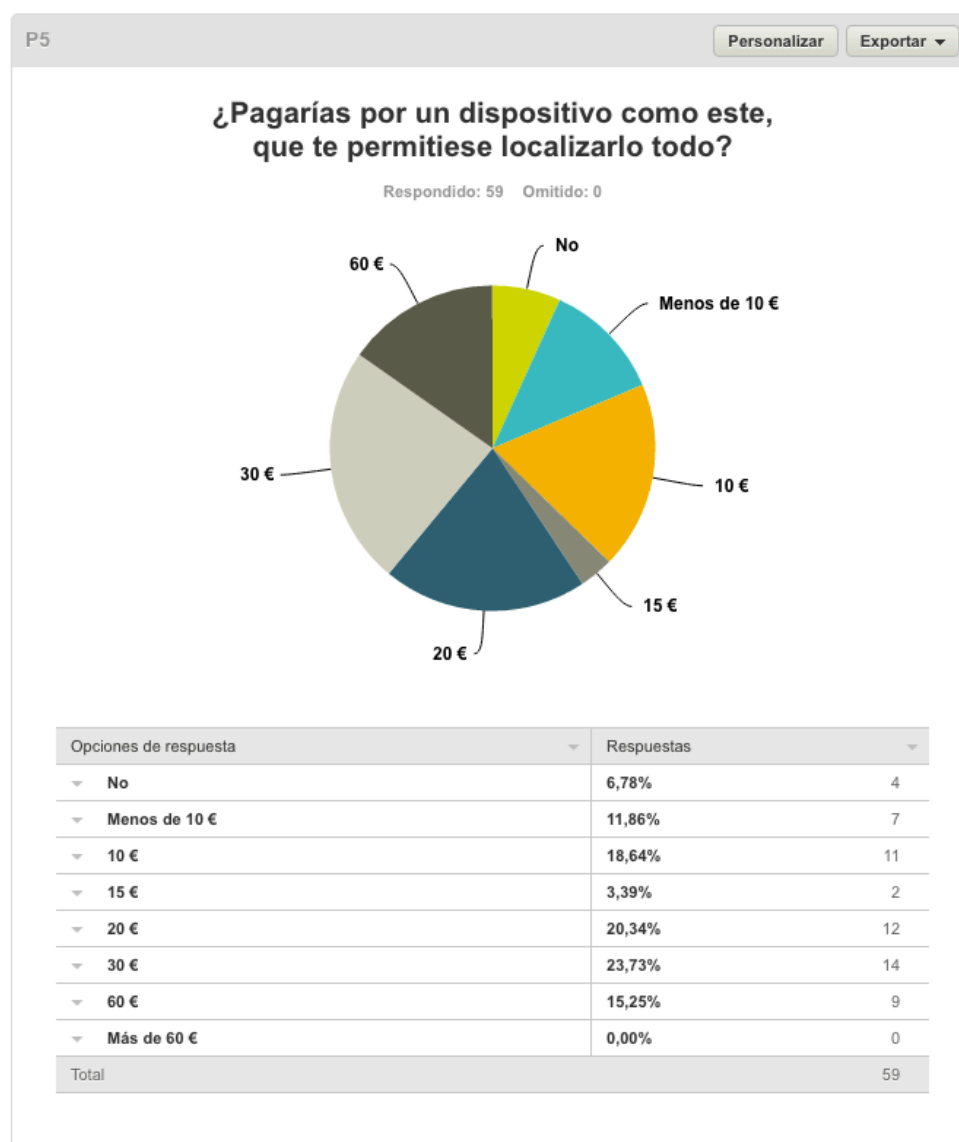
Durant aquests mesos, i en relació al paràgraf anterior, també s'ha detectat que moltes persones mai no han pensat en buscar a internet o a una botiga física un localitzador per resoldre una situació habitual, com pot ser el robatori d'una bicicleta o d'una bossa. El fet interessant és que a l'explicar a aquestes persones que existeixen localitzadors que resoldrien aquests problemes, han mostrat un interès notable en la solució. No obstant, és veritat que les solucions que existeixen avui tenen alguns inconvenients sovint de massa pes, tal i com s'explica més endavant.

Aquesta darrera idea reforça la necessitat de comunicar impecablement i d'arribar a totes aquestes persones, que si sabessin de l'existència d'un localitzador amb unes característiques determinades probablement el comprarien, depenent evidentment del seu preu entre d'altres factors.

Enllaçant amb el paràgraf anterior, és important parlar del preu. El preu és un altre punt clau en aquest sector. S'ha observat que l'import que la gent està disposada a pagar per una localitzador està per sota del preu habitual d'un localitzador per *GPS*. De fet, si els localitzadors per *Bluetooth* s'estan venent és justament perquè les empreses han ajustat un preu al voltant dels vint euros.

Es conclou, per tant, que sembla haver una oportunitat de negoci: vendre un localitzador per *GPS* pel preu actual d'un localitzador per *Bluetooth*, explicant al client els avantatges que el primer té respecte el segon.

Amb l'objectiu de mostrar alguns dels punts comentats en forma de dades, a continuació es presenta la *Figura 4.1*, resultat d'una enquesta realitzada a seixanta persones. La *Figura A.1* de l'annex mostra més preguntes de la mateixa enquesta.



*Figura 4.1. Pregunta i respostes d'una enquesta, que mostra els preus que la gent estaria disposada a pagar per un localitzador per *GPS*. Font: pròpia.*

Després d'haver realitzat l'enquesta, tal i com s'aprecia a les dues primeres imatges de la *Figura A.1* de l'annex, es poden extreure algunes conclusions:

- Un 68% de la gent creu que poder localitzar el cotxe és útil. Entre un 50% i un 60% dels enquestats creuen que és útil localitzar un animal, un nen, un avi o una maleta de viatge.
- Un 80% de la gent no utilitza un localitzador per *GPS* petit i barat, però li agradaria fer-ho.

Una altra part de l'estudi de la situació del mercat dels localitzadors s'ha centrat en la informació que es pot obtenir amb les eines *Google Trends* i *Google Keyword Planner*. Amb la primera s'han analitzat les tendències en la recerca de paraules clau a *Google* durant els últims dotze anys. Aquesta informació és útil perquè il·lustra què és el que la gent busca cada vegada més a internet, fet que va estretament lligat al potencial del negoci.

Per exemple, a la *Figura 4.2* es veu com la recerca a *Google* de la combinació de paraules 'gps tracker' experimenta una tendència alcista sostinguda des de fa diversos anys. Això demostra que cada vegada hi ha més gent interessada en els localitzadors per *GPS* i és útil a l'hora de dissenyar una estratègia de *marketing online*. A la *Figura A.2* de l'annex es mostren altres tendències també analitzades amb *Google Trends*.

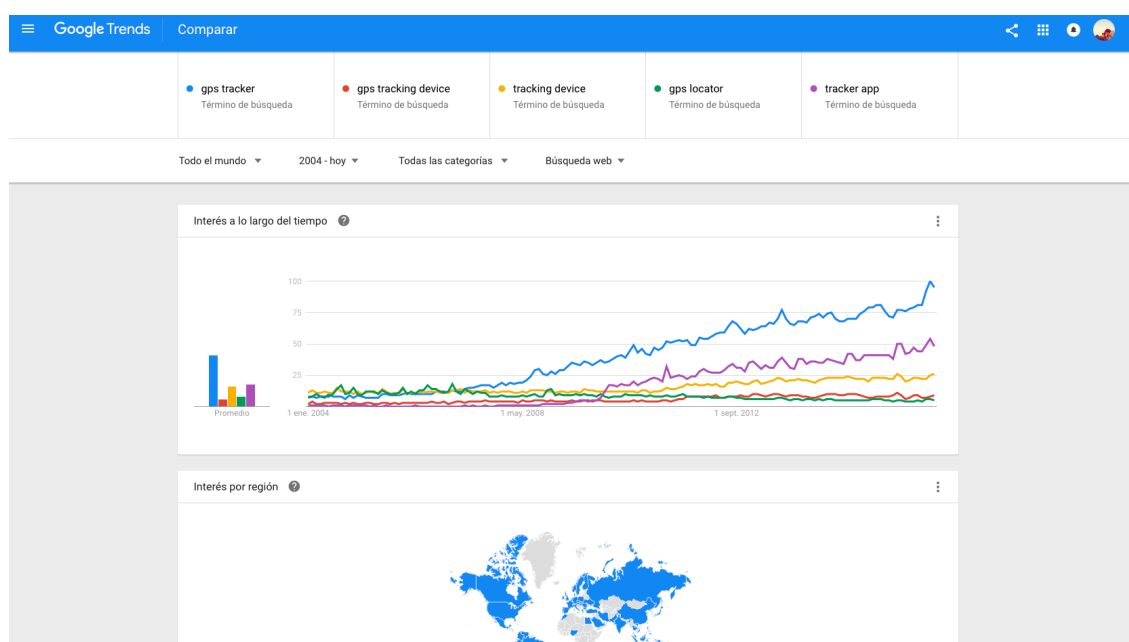


Figura 4.2. Anàlisi feta amb *Google Trends* de cinc grups de paraules clau relacionades amb els localitzadors. Font: pròpia.

En definitiva, existeixen diverses solucions al mercat, però cap d'elles és altament convincent: només cal buscar quanta gent coneguda utilitza una d'aquestes solucions. La

invalidesa de les solucions ja existents s'atribueix a alguns dels següents factors, segons cada cas:

- Díficil i lenta instal·lació: en molts casos és necessari comprar una targeta *SIM* i seguir un procés complicat de configuració, sent les instruccions pèssimes.
- Quota mensual o anual.
- Preu elevat dels dispositius.
- Mida gran.
- Baixa precisió.
- Rang molt limitat: moltes 'solucions' a primera vista bones deixen de ser-ho pel fet d'utilitzar *Bluetooth* com a tecnologia de localització [2], en comptes de *GPS* o altres opcions com *SigFox* o *LoRa*.
- Tecnologia dolenta: multitud de *reviews* a internet demostren que molts productes no funcionen tal i com s'espera. Per exemple, algunes 'solucions' avisen erròniament d'un esdeveniment, com pot ser la sortida del dispositiu d'una zona preestablerta (aquesta funcionalitat rep el nom de *geofence*).
- Duració curta de la bateria (al voltant de setanta-dues hores).
- Falta de cobertura *GPS*.
- Ús lent i complicat del dispositiu i de la *app* pel mòbil, si n'hi ha.
- No fer veure al potencial client com pot facilitar-li la vida utilitzar un localitzador.

L'objectiu és crear una solució que no es vegi afectada per cap d'aquests problemes. La *Figura 4.3* il·lustra la percepció actual de molts clients en relació als localitzadors per *GPS*.

← → ↻ <https://www.amazon.com/gp/product/B00X3R2VOK?camp=1789&creativeASIN=B00X3R2VOK&ie=UTF8&linkCode=xm2&tag=lugtrack-20>

Jeeves GPS Tracker - Compact Waterproof GPS Unit, Smart Phone Tracking Apps and Connection Plan
 \$99.99 & FREE Shipping. [Details](#) | [In Stock](#). Sold by [Dunloor](#) and [Fulfilled by Amazon](#). Gift-wrap available.

Customer Reviews

★★★★☆ 17
 3.2 out of 5 stars ▾

5 star	29%
4 star	35%
3 star	6%
2 star	12%
1 star	18%

Share your thoughts with other customers

[Write a customer review](#)

[See all 17 customer reviews ▾](#)

Top Customer Reviews

★★★★☆ **Great in theory, poor execution....**
 By [Matthew S Gallagher](#) on September 28, 2015
 Verified Purchase

First issue with the device is that the instructions/support for the device is terrible! The quick start guide in the box had the wrong website printed on it and was not very helpful. Once I found the website through googling it, the device doesn't do everything it says it will in the description. There is no cloud storage that I found to see previous records, the geofencing i can't seem to set up and overall not very user friendly.

The device is small and light, is hidden easily. Signal strength is ok. They say the device has a 14 day battery but that's only getting device location 1 time every hour... And even the chase Mode only reports every 30 seconds. The website says there are smart phone apps but manufacturer website says not one for iPhone so you have to use website.

After 3 days of use where I was reasonably happy with tracking the device stopped working/reporting. Every time I refresh it is says GPS not avail or out of range, I verified the device didn't shift and is still attached but is not reporting, per the website the battery is still at 1/2 power, but it hasn't updated its location in 24 hours now. Just shows where last reported even though I know it's no longer there.

Overall I'm not happy with the result. in addition to the cost of the device I paid about 70 bucks for the subscription (3 months, smallest you can do) and the device stopped working after 3 days and doesn't do everything they say it can.

I have emailed the manufacturer but they are based in Australia and so far have been very slow to respond

See pic below for the start up instructions
[Read less](#)

Figura 4.3. Resum de les opinions dels clients de Jeeves GPS Tracker i una opinió sincera, a la pàgina del producte Jeeves GPS Tracker d'Amazon [3].

5. Solució

5.1. Localitzador i *app*

Després d'haver analitzat el mercat es conclou que la solució ideal a la problemàtica descrita és un localitzador que qualsevol persona pot posar allà on vulgui, sigui a un objecte, animal o persona, que li permeti obtenir-ne la localització al seu mòbil sempre que vulgui.

A grans trets, a nivell tècnic el localitzador ha de reunir unes característiques concretes que s'exposen a continuació i que es descriuen i justifiquen al subapartat 'Estudi d'alternatives':

- Tecnologia de localització: *GPS*, combinat amb *GSM*, *Wi-Fi* i *Bluetooth* per una major precisió, necessària en distàncies curtes entre el localitzador i l'usuari.
- Precisió de localització: de zero a cinc metres.
- Rang de localització: utilitzable en tots els països on hi ha cobertura *GPS* i *GSM*.
- Mida del dispositiu: similar a la d'un comandament de porta de garatge.
- Duració de la bateria: d'alguns mesos amb ús esporàdic (unes deu localitzacions a la setmana).
- Temps per obtenir la localització del dispositiu al mòbil: idealment menys de vint segons, però s'ha de tenir en compte que molts dispositius *GPS* tarden dos o més minuts en obtenir la localització.
- Targeta *SIM* incorporada amb la compra del dispositiu, estant el localitzador a punt per utilitzar des que es compra: inexistència d'un procés d'instal·lació per part del client.
- Poques funcionalitats, però amb molt bon funcionament.

Aquest localitzador és el dispositiu que l'usuari col·loca allà on desitja i posteriorment se n'ha d'obtenir la localització d'alguna manera. Idealment, aquesta manera és utilitzant una *app* per mòbil molt senzilla. En termes generals, la versió inicial de l'*app* ha de tenir aquestes característiques:

- Registre d'usuaris molt senzill: necessitant únicament el número de telèfon, el correu electrònic i el nom.
- *Login* amb empremta dactilar [4].
- Verificació de comptes d'usuaris nous via *SMS* (servei externalitzat a una altra empresa, com per exemple www.tyntec.com).

- Targeta bancària vinculada a un compte d'usuari, amb la qual es fan pagaments mitjançant una passarel·la com ara www.omise.co, www.stripe.com, etc.
- Localització i visualització dels dispositius vinculats al compte d'usuari a un mapa.
- Comunicació amb els localitzadors via *GSM* i *SMS*.
- Emmagatzematge de les dades de cada usuari al núvol (per exemple amb *Amazon Services* [5]), per tal d'introduir a l'*app* automàticament informació de l'usuari, entre d'altres funcionalitats.
- Veure el mapa de l'*app*, que serà la pantalla principal, encara que un usuari obri l'*app* i no faci *login*.

5.2. Solució proposada i sistemes associats

El sistema principal que soluciona el problema exposat està constituït per un dispositiu localitzador i una *app* per mòbil. La seqüència de resolució del problema seguida per l'usuari és la que es mostra a la *Taula 5.1*.

Fase de la seqüència	Element del sistema que intervé	Exemple
Voluntat de localitzar un objecte o ésser viu.	Usuari del localitzador i objecte o ésser viu que es vol localitzar.	Veure si un fill ha arribat a l'escola després de pujar al tren.
Col·locar el localitzador a l'objecte o ésser viu que es localitzarà més tard.	Usuari del localitzador, objecte o ésser viu que es vol localitzar i dispositiu localitzador.	Abans de deixar el fill a l'estació de tren, posa el localitzador a la motxilla.
Quan es desitja saber a on està el localitzador, a través del mòbil i en pocs segons s'obté la ubicació a un mapa.	Usuari del localitzador, objecte o ésser viu que es vol localitzar, dispositiu localitzador i <i>app</i> pel mòbil.	Des de la feina obre la <i>app</i> amb el mòbil, prem un botó de la pantalla i veu al mapa que el seu fill ha arribat a l'escola

Taula 5.1. Descripció de les parts de la solució proposada, il·lustrada amb exemples reals. Font: pròpia.

El sistema principal té sistemes associats i fronteres:

- El localitzador es comunica amb un telèfon mòbil a través de l'enviament de dades, utilitzant les antenes d'una companyia telefònica. Això implica que cada localitzador incorpora una targeta *SIM*, raó per la qual el sistema principal depèn del servei ofert per la companyia telefònica, que constitueix un sistema associat.
- El localitzador necessita obtenir les seves pròpies coordenades a través de satèl·lits *GPS*. Per tant, aquests satèl·lits representen un sistema associat.
- El fet de requerir transmissió de dades i coordenades *GPS* suposa una frontera pel sistema principal: només serà utilitzable en aquelles zones del món on hi hagi cobertura d'antenes telefòniques i satèl·lits *GPS*.
- Els proveïdors de components permeten produir els localitzadors en un temps previst. Si un proveïdor no compleix amb l'acordat la producció pot veure's afectada. A més, la capacitat d'un proveïdor té un límit, fet que pot suposar una frontera en funció de quina sigui la demanda de localitzadors.
- El servei d'emmagatzematge de dades al núvol s'externalitza, probablement a *Amazon Services*. Un exemple d'aquestes dades és informació de l'*app*. Per tant, d'aquesta empresa depèn el bon funcionament de la solució, com per exemple fet que l'*app* no presenti determinats errors per no poder accedir a dades del núvol.
- El sistema de pagament via l'*app* és un altre sistema associat. Aquest servei també s'externalitza a una empresa com pot ser www.stripe.com.
- L'empresa que realitza l'enviament del localitzador al client és un sistema associat que pot variar en funció de, per exemple, el país on s'envia el producte.

5.3. Anàlisi d'usuaris de tots els sistemes

5.3.1. Tipus d'usuaris

Els tipus d'usuari dels sistemes principal i associats són:

- Usuari operador: l'operador principal és l'empresa que ven els localitzadors i posa l'*app* a disposició dels usuaris consumidors.

No obstant, l'usuari consumidor actua com a operador en la mesura que escull com utilitza el localitzador: ell decideix si el col·loca a una moto, al seu avi o a qualsevol altra cosa.

Les decisions del consumidor en la manera d'utilitzar la solució poden provocar que aquesta no funcioni. Per exemple, si el consumidor posa el localitzador a trenta metres de profunditat d'aigua, amb tota probabilitat aquest s'espallarà.

- Usuari consumidor: és la persona que posa el localitzador a un objecte o ésser viu i que utilitza la *app* del mòbil per obtenir-ne la localització.

Si el consumidor posa el localitzador a un nen o animal, entre d'altres éssers vius, aquests passen a ser usuaris de la solució. Es fa referència a aquest tipus d'usuari com a 'usuari localitzat'.

- També hi ha usuaris externs essencials per la solució, com els que es mostren a continuació. Cadascun d'aquests usuaris externs té els seus propis operadors i en aquest cas l'empresa que ven els localitzadors als clients finals passa a ser un dels seus usuaris consumidors.
 - Companyia de telecomunicacions
 - Proveïdor de components
 - Emmagatzemador de dades al núvol
 - Passarel·la de pagaments *online*
 - Empresa d'enviaments

5.3.2. Necessitats de cada usuari

Les necessitats dels usuaris interns són les següents:

- Usuari operador: l'empresa que ven el localitzador al client final necessita que l'usuari consumidor realitzi el pagament del dispositiu per a continuació enviar-li el producte i oferir-li el servei de localització.

A més, l'usuari operador necessita que tots els usuaris externs responguin segons el previst. Per exemple, necessita que si programa un enviament d'un producte a un client per un dia i una hora concreta, l'enviament es realitzi d'aquesta manera.

- Usuari consumidor: necessita poder localitzar qualsevol cosa en qualsevol moment. També necessita que el localitzador sigui petit i que la bateria tingui llarga durada.

A més, necessita tenir facilitat per col·locar el localitzador allà on vulgui: l'empresa que ven el localitzador al client final ha d'oferir accessoris per diverses situacions. Per exemple, ha d'oferir un collar per gos que subjecti el localitzador, una funda per submergir-lo o un mecanisme de subjecció (*velcro* resistent, imant, ...) per enganxar-lo a la moto.

- Usuari localitzat: la col·locació del localitzador a un ésser viu no pot suposar-li cap molèstia física ni mental. Per tant, el mode de subjecció ha de tenir en compte les forces, els fregaments, les textures i altres aspectes del disseny i dels materials.

Per tal de no provocar molèsties a nivell mental el localitzador ha d'estar programat tenint en compte aquest aspecte. Per exemple, un nen no pot portar a la motxilla un dispositiu que cada dos minuts emet un so agut i molest, perquè llavors la solució passaria a provocar un altre problema.

D'altra banda, el que necessiten els usuaris externs per part de l'empresa que ven els localitzadors és principalment que se'ls pagui. És evident llavors que tots els usuaris externs de l'apartat anterior representen una sèrie de costos, fixos i variables, que és fonamental tenir en compte a l'hora d'analitzar econòmicament el potencial negoci.

5.3.3. Examen ergonòmic de l'usuari operador

Aquest apartat es centra en analitzar l'usuari consumidor, que també actua com a operador, tal i com s'ha explicat anteriorment. L'ergonomia del localitzador i l'*app* es focalitza en les demandes mentals d'aquest sistema.

Respecte les demandes físiques no existeixen punts crítics: l'ús del localitzador i l'*app* no exigeixen a l'usuari cap moviment repetitiu, forçat o difícil de fer, per exemple.

En canvi, a nivell mental hi ha diversos aspectes a tenir en compte. Tot i que la solució té com a un dels objectius principals ser extremadament fàcil d'utilitzar, requereix una mínima capacitat i activitat intel·lectual. Per utilitzar la solució l'usuari haurà de seguir els següents passos:

1. Crear un compte d'usuari a través de l'*app*.
2. Comprar un dispositiu localitzador a través de l'*app*.
3. Obrir el paquet que contingui el localitzador una vegada rebut i seguir els passos simples descrits a un paper contingut al mateix paquet:
 - a. Obrir l'*app* amb el mòbil.
 - b. Accedir a l'opció d'afegir un dispositiu al compte d'usuari.
 - c. Introduir a l'*app* el número identificador que es vegi a la carcassa del localitzador i prémer *OK*.
4. Obtenir la localització del dispositiu a través del mòbil quan es desitgi, mitjançant el botó del mapa de l'*app*.

Cap dels passos anteriors és complicat, però és necessari saber interpretar les instruccions explicades. Qualsevol persona a partir dels dotze anys d'edat aproximadament i amb salut mental i física hauria de poder utilitzar la solució.

No obstant, aquest procés d'ús pot presentar errors puntuals. Per una banda, l'usuari pot equivocar-se al realitzar una de les accions descrites, fet que no és greu perquè qualsevol pas és reversible i intranscendent.

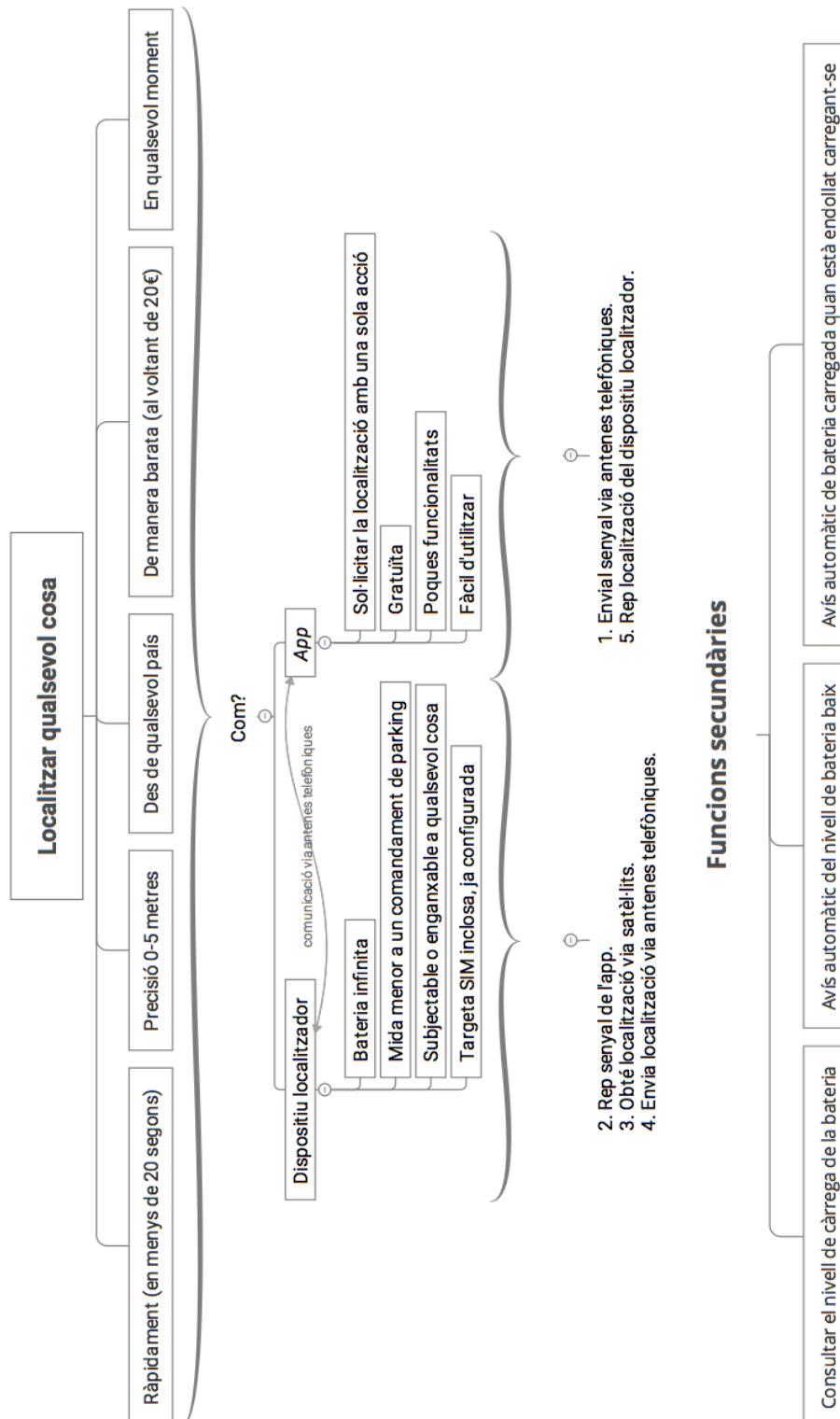
D'altra banda, pot haver errors a nivell tècnic que són responsabilitat de l'empresa que ven el localitzador. Part de la informació utilitzada en aquest procés està emmagatzemada al núvol: si algun servidor pateix una caiguda temporal, l'*app* pot quedar inoperativa durant aquest temps. Aquest error afecta l'usuari i, per tant, l'empresa que ven el localitzador ha d'informar via correu electrònic o *SMS* del transcurs de la incidència.

Un altre possible problema que pot ocórrer a algunes zones del món és la manca de cobertura *GSM* i/o de senyal *GPS* per part del localitzador o del mòbil. En aquest cas l'usuari no pot obtenir la localització i és responsabilitat de l'empresa que ven el localitzador informar-lo perquè no tingui una mala experiència i perquè senti que controla la situació en tot moment. Una manera d'informar a l'usuari d'aquesta manca de cobertura és mitjançant un missatge en format *pop-up* a la pròpia *app*.

5.4. Disseny conceptual

5.4.1. Anàlisi de funcions

5.4.1.1. Arbre de funcions



5.4.1.2. Taula de funcions

Funció principal: localitzar qualsevol cosa	
Ràpidament (en menys de vint segons) Precisió 0-5 metres Des de qualsevol país	De forma barata (al voltant de vint euros) En qualsevol moment
Dispositiu localitzador Bateria infinita Mida menor a un comandament de porta de garatge Poder subjectar-lo a qualsevol cosa Targeta SIM inclosa (ja configurada)	App Sol·licitar localització mitjançant una sola acció Gratuïta Poques funcionalitats Fàcil d'utilitzar
Successió d'esdeveniments	
Dispositiu localitzador	App
2. Rep senyal de l'app. 3. Obté localització via satèl·lits. 4. Envia localització via antenes telefòniques.	1. Envia senyal via antenes telefòniques. 5. Rep localització del dispositiu localitzador.
Funciones secundàries Consultar el nivell de càrrega de la bateria Avis automàtic de nivell de bateria baix Avis automàtic de bateria carregada quan està endollat carregant-se	

Taula 5.2. Taula de funcions.

5.4.2. Anàlisi de seguretat

5.4.2.1. Arbre d'errors i conseqüències



5.5. Estudi d'alternatives

5.5.1. Presentació general de les alternatives

Les alternatives que s'estudien fan referència a diversos aspectes del localitzador. L'elecció de cadascuna d'elles defineix com és el localitzador. Es mostren a continuació.

Alternatives	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1. Comunicació entre el dispositiu localitzador i el telèfon mòbil	<i>App</i>	<i>SMS</i>	Correu electrònic
2. Tecnologia de localització	<i>GPS</i>	<i>Bluetooth</i>	Combinació de <i>GPS</i> i <i>Bluetooth</i>
3. Duració de bateria <i>vs</i> mida del dispositiu localitzador	Bateria llarga	Mida petita	-
4. Targeta <i>SIM</i>	Inclosa	No inclosa	-
5. <i>SIM</i> inclosa	Prepagament	Contracte	-
6. Producció	A la Xina	A Espanya	Combinació
7. Venda del producte	A Espanya	A tot el món	-
8. Continuar o no el projecte	Sí	No	-

Taula 5.3. Taula d'alternatives.

5.5.2. Descripció de cada alternativa

1. Comunicació entre el dispositiu localitzador i el telèfon mòbil. Des del punt de vista de l'usuari, la sol·licitud de la localització del dispositiu es pot realitzar mitjançant l'ús d'una *app* pel mòbil, l'enviament d'un *SMS* o l'enviament d'un correu electrònic.
2. Tecnologia de localització. Les principals opcions per obtenir la localització del dispositiu són a través de *GPS*, *Bluetooth* o les dues anteriors combinades.
3. Duració de la bateria *vs* mida del dispositiu localitzador. Com més capacitat té una bateria, major és la seva mida. La mida del localitzador ve determinada per la mida de la bateria, perquè és el component que ocupa més espai.

4. Targeta SIM. Degut a l'ús de la xarxa telefònica per tal d'establir la comunicació entre el dispositiu localitzador i el mòbil, el dispositiu ha d'incorporar una targeta SIM. El dispositiu pot vendre's amb o sense targeta inclosa.
5. SIM inclosa. En el cas de vendre el dispositiu amb la targeta SIM inclosa, aquesta pot ser de prepagament o de contracte, de la mateixa manera que passa amb els telèfons mòbils.
6. Producció. Es pot produir, a grans trets, a la Xina, a Espanya o combinar la producció als dos països.
7. Vendre el producte. Es pot vendre el producte a Espanya o a tot el món.
8. Continuar o no el projecte. Una alternativa que s'ha de tenir en compte és desestimar la viabilitat del projecte.

5.5.3. Anàlisi comparativa de les alternatives

1. Comunicació entre el dispositiu localitzador i el telèfon mòbil. L'auge actual de les *apps* justifica que la comunicació ideal sigui per aquesta via. No obstant, una *app* requereix un pressupost major que en el cas dels *SMS* o correus electrònics. Entre aquestes dues últimes alternatives, hi ha un avantatge principal per cadascuna d'elles: els *SMS* són més senzills d'enviar i rebre, requerint menys temps; en canvi, els correus electrònics són gratuïts normalment.
2. Tecnologia de localització. La localització per *GPS* té un abast quasi mundial, mentre que el *Bluetooth* requereix estar a prop (al voltant d'uns deu metres) del dispositiu que es vol localitzar. La tecnologia *Bluetooth* permet enviar informació a més d'obtenir la localització, mentre que la tecnologia *GPS* únicament serveix per obtenir les coordenades (longitud i latitud). La precisió de localització per *Bluetooth* és més elevada que per *GPS*.
3. Duració de la bateria vs mida del dispositiu localitzador. Amb una bateria de liti de 3,7 Volts i 500 *mAh*, obtenint la localització una vegada cada dos dies, la duració de la bateria pot arribar a ser d'alguna setmana (dependrà de diversos factors, però un de molt important és el consum del dispositiu en mode de repòs). La mida d'aquesta bateria és d'uns cinc centímetres d'ample, sis centímetres de

llarg i mig centímetre de gruix. A partir d'aquestes dades es dedueix aproximadament l'autonomia del localitzador segons la seva mida.

4. Targeta SIM. Es pot incloure la targeta *SIM* amb el localitzador o deixar al client escollir i comprar la targeta. En cas d'incloure-la s'estalvia temps al client a l'hora d'utilitzar el localitzador. En canvi, si no s'inclou la targeta el client té major llibertat en el tipus de servei contractat a la companyia telefònica.
5. SIM inclosa. En cas d'incloure la targeta *SIM* amb la compra del localitzador, aquesta pot ser de prepagament o de contracte. El prepagament permet utilitzar el localitzador només quan hi ha saldo, mentre que amb un contracte no hi ha límit d'ús. Amb el prepagament només es paga quan es transmet informació, mentre que amb un contracte hi ha un cost fix mensual.
6. Producció. Produir a la Xina és significativament més barat que produir a Espanya [6]. No obstant, produir a Espanya és més ràpid i permet, generalment, tenir un control major de la producció.
7. Vendre el producte. Vendre a diversos països té costos associats. La targeta *SIM*, si s'inclou, ha de poder operar a tots els països on es vengui el localitzador. A més, hi ha una legislació específica a cada país.
8. Continuar o no el projecte. Si es conclou que el projecte no és viable en algun aspecte, sigui social, econòmic, legislatiu, mediambiental o un altre, la millor opció és reestructurar el projecte o desestimar-lo.

5.5.4. Alternativa seleccionada

En base a la comparació entre les diverses alternatives que s'ha realitzat a l'apartat anterior, la solució escollida té les següents característiques:

1. Comunicació entre el dispositiu localitzador i el telèfon mòbil. La comunicació s'efectua mitjançant una *app* per *iOS* i *Android*. No obstant, el prototip inicial del localitzador funcionarà amb *SMS*, perquè és una tecnologia útil i barata per tal de testejar molts aspectes de la solució.

2. Tecnologia de localització. L'objectiu és utilitzar una tecnologia de localització combinada: *GPS* i *Bluetooth*. El prototip inicial funcionarà únicament amb *GPS*.
3. Duració de la bateria vs mida del dispositiu localitzador. La mida màxima del localitzador ha de ser de cinc centímetres d'ample i sis centímetres de llarg. Aquestes mides permeten incloure una bateria que proporciona una autonomia major a la dels localitzadors que ja existeixen, suposant que se'n fa un ús puntual (cada dos dies aproximadament).

A mesura que s'augmenten les unitats produïdes es pot reduir la mida del localitzador i augmentar-ne l'autonomia. Cal estudiar sistemes de *harvesting* per tal de transformar l'energia cinètica i/o solar en energia elèctrica.

4. Targeta SIM. Amb la finalitat d'estalviar feina al client la targeta *SIM* s'inclou amb la compra del localitzador. El client, una vegada rep el localitzador, simplement ha de prémer un botó per començar a utilitzar el producte.
5. SIM inclosa. Al principi la targeta *SIM* ha de ser de prepagament. La justificació és que per tal de multiplicar la probabilitat que els potencials clients provin el producte han d'existir les mínimes barreres. Una tarifa fixa mensual suposaria una barrera massa gran, tal i com s'ha comentat anteriorment en estudiar el mercat actual.

No obstant, a mig termini s'ha de donar al client l'opció de contractar una tarifa mensual, amb la finalitat de disposar de més capacitat d'obtenció de localitzacions per un preu menor. Una bona opció és fer el que moltes empreses ja fan: proporcionar una targeta *SIM* amb saldo per tres mesos i després l'usuari decideix si continua pagant o no.

6. Producció. L'objectiu és produir a la Xina perquè està demostrat que el cost és baix i que és possible obtenir la qualitat desitjada. Hi ha empreses xines competents que donen els resultats esperats, una vegada es té el producte perfectament definit i per tant no hi ha dubtes quant a les especificacions.

No obstant, les fases inicials de producció és millor desenvolupar-les a Espanya, perquè inicialment és fonamental que existeixi una comunicació àgil amb el desenvolupador per tal de definir bé què és el que es vol.

7. Vendre el producte. El producte es vol vendre a diversos països, fet pel qual la targeta *SIM* inclosa ha d'operar per igual a tots aquests països. Per exemple, ha de ser possible localitzar un objecte que està a França, des d'Espanya.
8. Continuar o no el projecte. Té sentit donar continuïtat al projecte si es validen un seguit d'hipòtesis i si es poden complir certes condicions. Per exemple, s'ha d'aconseguir tenir uns costos de producció inferiors a vint euros per unitat aproximadament. Aquesta afirmació es basa en les hipòtesis obtingudes estudiant el mercat i que s'han exposat anteriorment, i és necessari validar-les un cop obtingut el prototip, abans de produir una sèrie de localitzadors.

Durant els apartats anteriors s'ha comentat que la tecnologia de comunicació entre el mòbil i el localitzador s'efectua a través de la xarxa telefònica ben coneguda per tothom, utilitzant una targeta *SIM*. No obstant, s'ha estudiat també l'opció d'utilitzar noves xarxes com *SigFox* o *LoRa*. Els motius principals pels quals s'han descartat aquestes dues darreres són el fet que utilitzen una tecnologia prematura, sense consolidar i poc estesa de moment, fet que comporta un risc elevat si es compara amb la xarxa telefònica tradicional.

A més, converses amb experts del sector, com l'Óscar Pérez de l'empresa www.matrix.es, han confirmat la incertesa quant al futur d'aquestes noves tecnologies que neixen específicament per facilitar *the internet of things (IoT)*.

6. Prototip

Exposada la problemàtica i definida la solució ideal, els següents passos són dissenyar i crear un prototip. Hi ha diverses raons que expliquen la necessitat de dur a terme aquest pas. En aquest projecte, l'objectiu principal pel qual s'ha creat un prototip del localitzador ha estat disposar d'una primera versió de la solució, obtinguda de manera ràpida i barata, per tal de validar el potencial de la utilitat de la solució ideal.

Després de mantenir diverses converses amb el professor Manuel Moreno del departament d'Enginyeria Electrònica de l'ETSEIB es va contactar amb el Miguel Bolívar, enginyer industrial de l'ETSEIB especialitzat en electrònica. Un cop definides les especificacions del prototip es va començar a treballar amb el Miguel com a *freelancer*, externalitzant-ne el desenvolupament per tal de guanyar temps pel que fa a l'avançament del projecte i sabent que l'objectiu del TFG mai no ha estat aprendre, per exemple, a programar un microcontrolador.

La feina encarregada al Miguel té dues parts principals: el *hardware* i el *firmware*. A continuació es detallen les especificacions d'aquestes dues parts, que evidentment no són les mateixes que les de la solució ideal, sinó que són una versió simplificada. També es mostra un esquema del funcionament del prototip a la *Figura 6.1* i, més avall, el resultat final obtingut al cap de cinc mesos de contactar amb el Miguel.

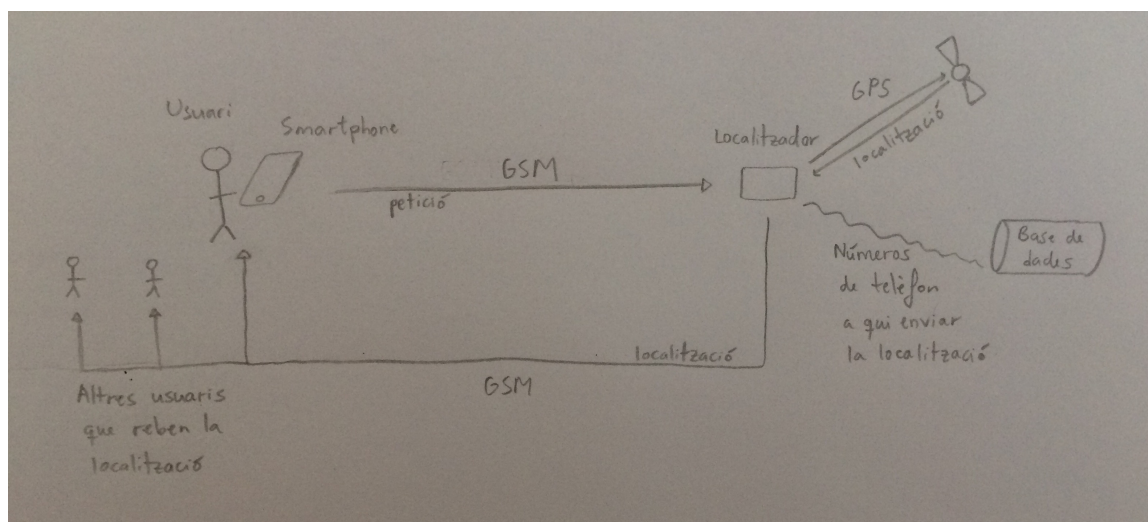


Figura 6.1. Esquema de funcionament del prototip. Font: pròpia.

6.1. Firmware

Per poder programar el *firmware* s'han prèviament pensat i determinat de manera molt concreta les especificacions del prototip. A continuació s'han tramès aquestes especificacions al Miguel i ell ha escrit el codi en llenguatge *C* que les satisfà. La carpeta de l'annex anomenada '*Firmware* del prototip' conté els arxius amb les primeres versions d'aquest codi.

6.1.1. Característiques generals

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la tecnologia de comunicació entre l'usuari i el localitzador escollida pel prototip han estat els *SMS*. Per tant, el *firmware* s'ha programat de manera que el localitzador rep, interpreta i envia missatges *SMS* a un telèfon mòbil.

Aquesta primera versió del *firmware* té les següents característiques generals:

- Sistema operatiu en temps real (*RTOS*). El sistema ha d'estar en mode de baix consum fins que es produeix un esdeveniment i ha de tornar al mode de baix consum després de processar-lo.
- Quan el localitzador rep un *SMS*, el sistema ha de guardar el número de telèfon d'on prové el *SMS* a la memòria *EEPROM* per tal de mantenir una base de dades de telèfons coneguts.
- Gestor de funcions per *SMS* flexible per tal de poder introduir de manera senzilla més funcions en un futur.

6.1.2. Funcions disponibles

A continuació es descriuen les funcions requerides a les especificacions del prototip. Totes les funcions llistades han de poder-se activar i desactivar fàcilment. També ha de ser possible configurar els textos dels *SMS* i els paràmetres específics de cada funció.

Per utilitzar el prototip, simplement s'ha de posar l'interruptor en posició d'engegat i seguir les instruccions que es descriuen a continuació, enviant els *SMS* pertinents al número de telèfon de la targeta *SIM* que incorpori el prototip.

6.1.2.1. Obtenir la posició per *GPS*

El sistema ha de retornar la latitud i la longitud quan rep un *SMS* amb el següent text:

Where are you?

L'*SMS* retornat al telèfon de l'usuari ha de contenir un enllaç que en ser premut ha d'obrir l'*app* de *Google Maps* (o un navegador si no es té l'*app* instal·lada al mòbil) amb la localització assenyalada al mapa.

A més, si aquesta funció està activada, al mateix *SMS* ha de mostrar el nivell actual de bateria. Un exemple del text amb aquesta funcionalitat activada és:

Location: link/to/google/maps

Battery: 96%

Si no està activada, ha de mostrar la manera d'obtenir el nivell de bateria. Per exemple:

Location: link/to/google/maps

Battery: if you want to know the battery level of this device, you just need to send a text message to XXXXXXXXXX like this one: What is the battery level?

On *XXXXXXXXXX* és el número de telèfon de la targeta *SIM* del localitzador.

6.1.2.2. Consultar el nivell de càrrega de bateria

El sistema ha de retornar el nivell de càrrega de la bateria quan rep un *SMS* amb el següent text:

What is the battery level?

El sistema ha de respondre amb un *SMS* que contingui, per exemple, el següent text:

Battery: 60%

6.1.2.3. Avís automàtic del nivell de càrrega de bateria baix

El sistema ha d'enviar automàticament un *SMS* als *N* primers números enregistrats a la base de dades de números de telèfon coneguts quan el nivell de càrrega de la bateria és igual o inferior al *B*%. Per fer-ho, el sistema ha de consultar el nivell de càrrega cada *T* minuts. Només ha d'enviar-se l'*SMS* *X* vegades per cicle de càrrega.

El text enviat pel localitzador és, per exemple:

Battery: 10%

If you want to charge the device, you just need to connect it with the USB to a computer or plug.

Els paràmetres *N*, *B*, *T* i *X* són fàcilment modificables.

6.1.2.4. Avís automàtic de la bateria carregada

Quan s'estigui carregant el localitzador, aquest ha d'enviar un *SMS* quan el nivell de càrrega de la bateria arribi al 100%. Per exemple:

Battery: 100%

L'*SMS* s'ha d'enviar als *N* primers números de la base de dades de números de telèfon coneguts, de la mateixa manera que amb la funció de l'avís de nivell de càrrega de bateria baix.

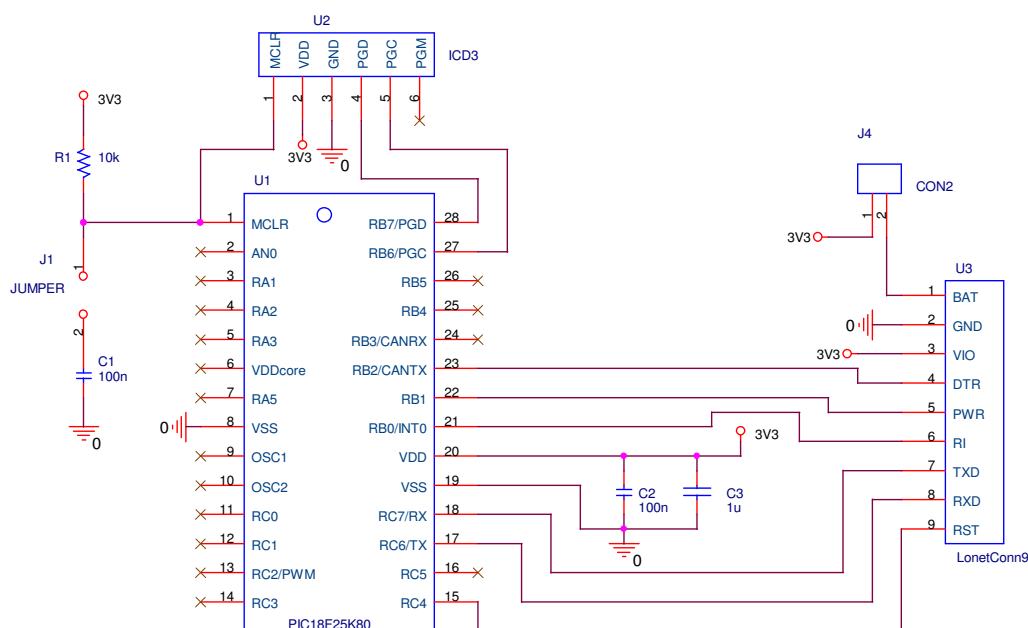
6.2. *Hardware*

El procés que s'ha seguit per definir els components del *hardware* ha consistit en primer definir com ha de funcionar la solució. Això significa entendre perfectament qui intervé en la solució, com interaccionen els diferents elements i què fa cadascun d'ells.

Sabent això i havent-ho detallat a l'apartat anterior en forma de funcionalitats, s'ha pogut concretar quins components calen per crear el prototip del localitzador físicament. Aquesta tasca s'ha externalitzat al Miguel i és ell qui ha escollit els components que es

l·listen a continuació, representant una versió simplificada del *bill of materials (BOM)* pel prototip:

- Tots els components han de ser *surface mount device (SMD)*.
- La *printed circuit board (PCB)* ha de mesurar seixanta mil·límetres de llarg i cinquanta mil·límetres d'ample aproximadament i ha d'acoblar-se al mòdul comercial *GSM/GPRS*. La *Figura 6.2* en mostra l'esquemàtic.
- Bateria de *LiPo* de 3,7 Volts recarregable per micro *USB*, de la mida més gran possible sense superar la mida de la *PCB*.
- Microcontrolador PIC18F25K80 de *Microchip Technology Inc.*
- Mòdul *GSM/GPRS* connectat a l'*universal asynchronous receiver-transmitter (UART)* del *PIC*. Model: mòdem LoNet 808. Inclou una antena mini *GPS* i una *GSM*. A la *Figura B.1* de l'annex es pot veure el seu esquemàtic i l'aspecte del mòdem.
- *Switch* per l'interruptor general.



Todos los componentes SMD 1206

Conectores son tiras de pines espaciado 2,54mm

El microcontrolador tiene encapsulado SSOP 28

Figura 6.2. Esquemàtic de la PCB. Font: Miguel Bolívar.

A la *Figura B.2* i a la *Figura B.3* de l'annex es veuen imatges del prototip acabat. A més, a la carpeta 'Capsa del prototip' de l'annex hi ha els arxius creats amb *SolidWorks* que permeten imprimir en 3D una segona versió de la capsa del *hardware* del prototip, més petita que la que apareix a la *Figura B.3* de l'annex.

6.3. Possibles millores

El prototip inicial es pot millorar de diverses maneres per tal de, per exemple, augmentar-ne l'autonomia. A continuació s'expliquen tres maneres de millorar-lo.

6.3.1. Desactivar el circuit d'antena activa del *GPS* al mòdem LoNet

El mòdem LoNet està preparat tant per utilitzar una antena activa com una de passiva pel *GPS*. L'antena que incorpora inicialment el mòdul és passiva i el mòdem no té cap paràmetre de configuració que faci que el circuit preparat per utilitzar una antena activa deixi de consumir. Per tant, una de les maneres de desactivar el circuit és utilitzant un *PMOS* i així tallar el consum d'aquesta branca.

Sense desactivar aquest circuit de l'antena activa del *GPS*, el mòdul consumeix uns 19mA en mode de baix consum. Una vegada desactivat el circuit amb la solució comentada al paràgraf anterior, el consum podria reduir-se a uns 5mA en mode de baix consum.

6.3.2. Posar el *switch* general després del circuit de càrrega de la bateria

Al prototip inicial, l'interruptor general talla directament la sortida de la bateria, fet pel qual és impossible carregar el localitzador si aquest no està encès. De tota manera, ha d'estar encès per poder enviar l'*SMS* avisant que la bateria està carregada i per tant es suposa que el seu procés de càrrega normal ja implica estar encès.

6.3.3. *Ultra low-power wake-up*

El prototip inicial utilitza el *watchdog timer* (*WDT*) per despertar-se del mode de baix consum cada hora aproximadament. Una manera d'optimitzar recursos i consumir una

mica menys és utilitzant un circuit RC amb una constant de temps de descàrrega igual al temps que ha de tardar el mòdul en sortir del mode de baix consum.

7. *Testing* del prototip

7.1. Cobertura *GSM* i *GPS*

Un cop obtingut el primer prototip funcional del localitzador s'ha procedit amb una anàlisi exhaustiva del seu funcionament. Primer s'ha comprovat que s'encén en accionar l'únic interruptor que té.

Un cop encès, el localitzador emet llum amb dos *LEDs* diferents: un de vermell i un altre de verd. Aquests dos *LEDs* serveixen per identificar dos estats diferents en els quals es pot trobar el localitzador:

- El localitzador està buscant cobertura *GSM* (*2G*). Aquest estat s'indica amb el *LED* verd encès permanentment i el vermell en intermitència estant un segon apagat.
- El localitzador té cobertura *GSM* (*2G*). Aquest estat s'indica amb el *LED* verd encès permanentment i el vermell en intermitència estant tres segons apagat.

Aquestes indicacions donades pels *LEDs* són de gran ajuda en la fase de *testing* per entendre per què no funciona el localitzador quan no s'aconsegueix obtenir la localització. De fet, un dels inconvenients principals d'aquest prototip és la dificultat que té en trobar cobertura, ja sigui *GSM* o *GPS*.

Una cosa important que no es tenia en compte abans de testejar el prototip és que aquest només funciona si la targeta *SIM* que incorpora treballa amb *2G*. Degut a les característiques dels components del prototip, concretament del mòdul *GSM/GPRS*, és necessari que la *SIM* operi amb la xarxa *2G*. Sinó, el localitzador no és capaç de rebre ni d'enviar informació a altres dispositius. És important tenir-ho en compte perquè les *SIMs* d'algunes companyies telefòniques com *FreedomPop* no compleixen aquest requisit. També cal tenir en compte que a alguns països, com ara Singapur, el *2G* ha desaparegut i en d'altres, com ara Taiwan, ho farà aviat [7]. No obstant, els fabricants segurament s'adaptaran a aquests canvis, oferint components que no necessitin el *2G*.

Així com s'acaba d'explicar com veure si el localitzador té cobertura *GSM* o no, no hi ha una manera equivalent que permeti saber si té cobertura *GPS*. No obstant, a continuació s'explica una manera alternativa de saber-ho.

Sovint, tot i per exemple estar al costat d'una finestra a una habitació, el localitzador no aconsegueix retornar la posició a l'usuari. No obstant, el problema acostuma a ser la impossibilitat de fixar la posició a través dels satèl·lits *GPS* degut a una manca de cobertura, i no una manca de cobertura *GSM*.

Per tal de retornar la posició, el localitzador ha de ser capaç de mantenir les seves coordenades constants durant uns segons per tal de fer més probable que la localització obtinguda sigui la correcta. Si s'excedeix un temps fixat (*timeout*) de cent vint segons, el localitzador deixa d'intentar fixar la posició i per tant no retorna cap resposta a l'usuari que ha demanat la localització.

Si s'intenta obtenir la localització però no s'obté resposta, una manera de comprovar si el problema prové de la manca de cobertura *GPS* és utilitzant la funcionalitat que permet saber el nivell de càrrega de la bateria, ja que aquesta no utilitza *GPS*. La *Figura 7.1* mostra un exemple on primer es demana al localitzador quanta bateria té i la resposta diu que té el nivell al 54%. Acte seguit se li demana la posició, però no s'obté cap resposta. Això explica que en aquell moment el localitzador tenia cobertura *GSM*, però no en tenia de *GPS*.

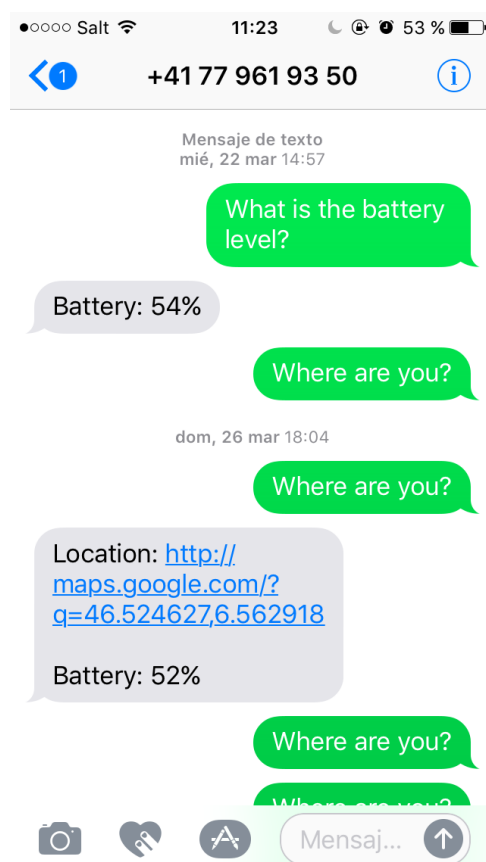


Figura 7.1. Captura de pantalla que mostra l'intercanvi d'SMS entre un telèfon mòbil i el prototip del localitzador, amb la qual s'entén el seu funcionament. Font: pròpia.

7.1.1. Precisió de localització

Un problema que s'ha detectat fa referència a la precisió de localització que proporciona el prototip. En condicions de plena cobertura *GPS* el localitzador retorna una posició gairebé exacta. No obstant, quan la cobertura és menys bona la precisió es veu significativament afectada; l'error entre la posició obtinguda i la real pot arribar a ser de quatre-cents metres [8].

Això és un problema degut al fet que no són poques les situacions en què no hi ha plena cobertura *GPS* i, per tant, sovint s'obté una localització poc precisa. A més, el fet que el prototip estigui construït amb determinats components comercials contribueix en obtenir poca precisió. Probablement, amb uns components de més qualitat i optimitzats per treballar conjuntament els resultats serien molt millors. Cal recordar però, que es tracta d'un prototip i la finalitat d'aquest no és obtenir localitzacions amb una precisió excel·lent, sinó validar aspectes comentats anteriorment com la utilitat de la solució.

7.2. Bateria

Un altre factor important a testejar han estat aspectes relacionats amb la bateria. Primer s'ha comprovat que les diverses funcionalitats responen segons el previst. Efectivament, el localitzador retorna el nivell de càrrega de la bateria quan se li demana, de la mateixa manera que avisa quan el nivell és inferior al 15% i quan ja està carregada del tot. Evidentment, s'ha provat que la bateria es pot carregar connectant el localitzador amb el cable mini *USB* a l'ordinador o a un endoll amb un adaptador.

També s'ha provat de canviar els percentatges de càrrega de la bateria a partir dels quals es vol que el localitzador avisi a l'usuari que s'ha de carregar o que ja s'ha carregat. Per fer-ho s'ha editat el paràmetre corresponent del codi en *C* i s'ha programat de nou el localitzador.

Un altre punt important és que el localitzador envii els avisos relacionats amb la bateria al número de telèfon adequat. El funcionament previst i que s'ha validat que fos així és el següent:

1. Es determina el paràmetre del programa que indica el nombre de telèfons que guarda el localitzador, per després enviar-los els avisos.

2. Es demana la localització o el nivell de càrrega de la bateria. Acte seguit el localitzador respon amb la informació sol·licitada. A més, el localitzador haurà guardat a la seva base de dades el número de telèfon des del qual se li ha fet la petició.
3. El localitzador passa a tenir menys del 15% del nivell de bateria carregada. Llavors envia l'*SMS* d'avís al/s telèfon/s que prèviament ha guardat a la seva base de dades. En aquest exemple, li envia al número de telèfon que ha fet la petició del segon pas.
4. L'usuari posa a carregar el localitzador. Al cap d'una estona, el mateix usuari rep un *SMS* al seu mòbil informant que la bateria del localitzador ja està carregada novament.

D'aquesta manera, si al primer pas de l'exemple anterior s'hagués programat un valor de dos pel paràmetre, els avisos que envia el localitzador en forma d'*SMS* haurien estat enviats als dos primers números de telèfons que hagués guardat. I com s'ha vist, el localitzador guarda un número de telèfon quan se li envia un *SMS*.

En aquesta fase del *testing* del prototip es va detectar un problema: no es tenia manera de modificar la llista de telèfons que el localitzador guarda, per tal de canviar els destinataris dels diversos avisos. És per això que es va encarregar al *freelancer* programar una nova funcionalitat, que permetés consultar els números de telèfon guardats i esborrar-ne si calgués. Per tant, ara es disposa d'una segona versió del *firmware* del prototip que incorpora aquesta nova funció.

Abans de comprovar-ho, es creia que un factor significatiu pel que fa a l'autonomia del localitzador seria el fet de tenir activada o desactivada la funció que permet conèixer el nivell de càrrega de la bateria quan es demana la localització. No obstant, un cop estudiada experimentalment la diferència entre tenir la funció activada o no, s'ha vist que el guany en autonomia al tenir-la desactivada és irrisori. De fet, es considera una diferència negligible. Per tant, és raonable tenir la funció sempre activada, per tal de saber el nivell de càrrega al conèixer la localització.

Un altre factor important que s'ha mesurat és l'autonomia del prototip. Deixant-lo permanentment encès i sense enviar-li cap *SMS* amb alguna petició, el temps que tarda en descarregar-se per complet és d'aproximadament quaranta hores. Més endavant es valora aquest aspecte, relacionant-lo amb la potencial utilitat de la solució.

7.3. Fora d'Espanya i exemple d'ús

Una altra part important del *testing* ha estat validar el bon funcionament del localitzador no només a Espanya, sinó a Europa en general. Es va començar utilitzant-lo a Espanya i després s'ha continuat utilitzant a Suïssa. Després de diverses proves s'ha pogut confirmar que efectivament totes les funcionalitats responen correctament independentment del país on es troben, tant el localitzador com l'usuari.

No obstant, per poder utilitzar el localitzador a fora d'Espanya ha calgut aprendre alguna cosa. Es va haver de dedicar uns dies a detectar un problema que apareix quan el localitzador incorpora una nova targeta *SIM* i l'usuari està utilitzant un *iPhone*.

El primer cop que un *iPhone* envia un *SMS* a un nou número de telèfon, és crucial com s'escriu aquest número de telèfon. Degut a com està programat el prototip, si l'usuari de l'*iPhone* escriu el prefix del número de telèfon amb el format '00XX', llavors no obtindrà cap resposta i per tant el prototip no funciona. Per tal que funcioni, el prefix s'ha d'escriure amb el format '+XX'. Per exemple, enviant l'*SMS* al número de telèfon +41786953826 sí que funciona, però no al 0041786953826. Val a dir que aquest problema que sorgeix utilitzant un *iPhone* no succeeix amb altres models de telèfons mòbils.

Tot i que aquest problema es va detectar testejant el prototip a Suïssa, en realitat podria haver-se donat igualment a Espanya ja que succeeix el mateix: cal escriure el prefix '+34' i no '0034'.

A la *Figura 7.2* es mostren dues captures de pantalla d'un mòbil, a partir de les quals es pot visualitzar el funcionament essencial del prototip, concretament a l'hora de conèixer la seva localització. A la imatge de l'esquerra es demana la localització amb l'*SMS* 'Where are you?' enviat al localitzador i seguidament aquest retorna un *SMS* amb l'enllaç que condueix a l'*app* de *Google Maps*, que es pot veure a la imatge de la dreta amb la localització assenyalada en color vermell. També es veu com l'*SMS* de resposta informa del nivell de càrrega de la bateria.

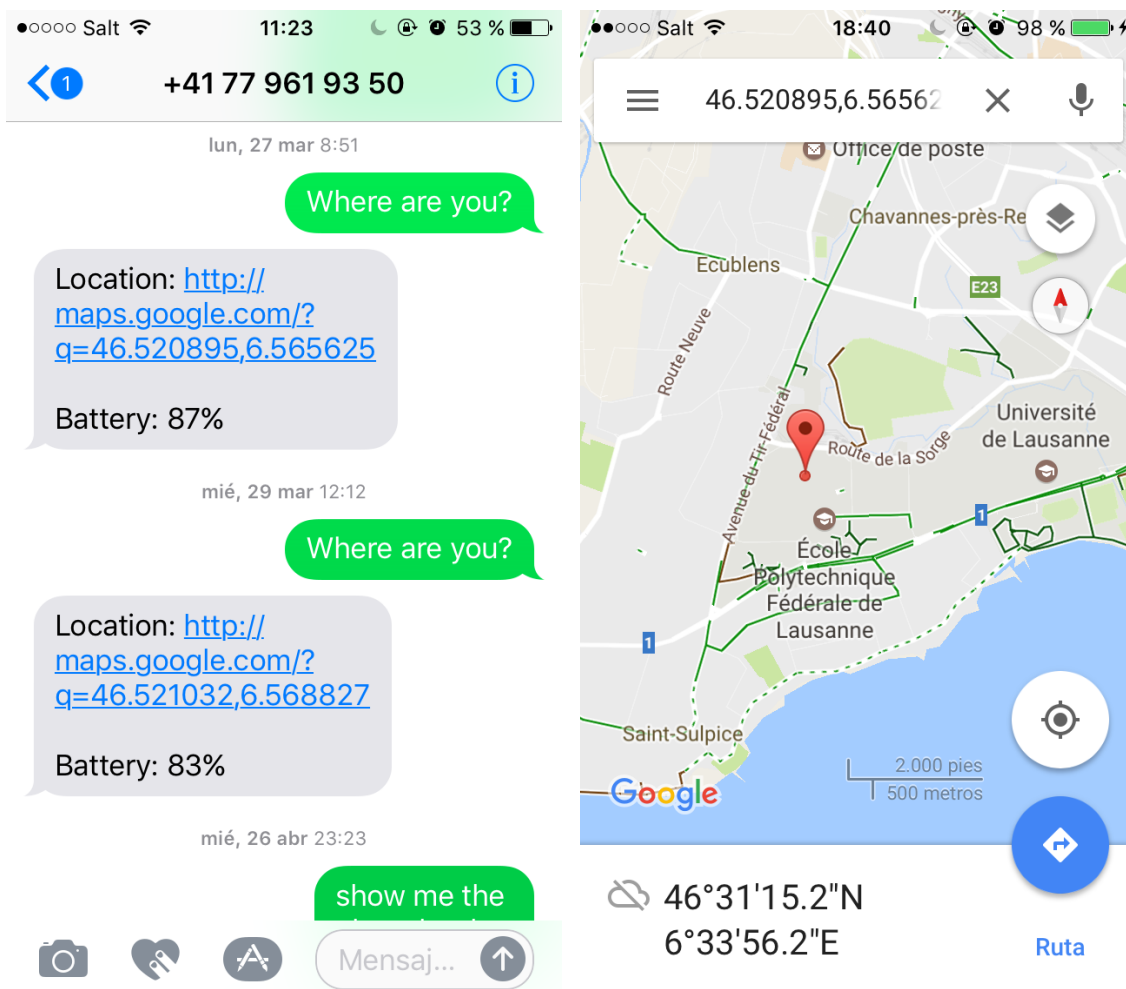


Figura 7.2. Dues captures de pantalla d'un mòbil, mostrant el funcionament del prototip a l'hora de conèixer-ne la localització. Font: pròpia.

8. Targeta *SIM*

Un element clau del localitzador *GPS* en relació al bon funcionament i cost de la solució és la targeta *SIM* que incorpora per tal de comunicar-se amb un telèfon mòbil. Un cop s'ha decidit que s'utilitza el sistema de comunicacions *GSM* falta per determinar una variable molt important: l'empresa que subministra les targetes *SIM*.

Aquest apartat descriu els primers passos fets per tal de determinar les targetes utilitzades, amb la finalitat de tenir un idea general d'aquest punt clau, per així saber com enfocar-lo en el moment de finalment escollir un proveïdor de targetes *SIM*, un cop determinat l'inici de la producció de la primera sèrie comercialitzable de localitzadors.

Per tal de determinar quina targeta *SIM* és òptim utilitzar, primer es va definir què es busca:

- Apte per funcionar amb *2G*.
- Possibilitat de ser de prepagament, sense pagar una quota mensual fixa.
- Preu mínim per la compra de la targeta *SIM*.
- Funcionament correcte a tota Europa.
- Tarifa el més barata possible.

Després, es va començar a estudiar les múltiples possibilitats ofertes per les companyies telefòniques tradicionals, que subministren les targetes *SIM* pels mòbils de gairebé tothom. De cara a l'ús del prototip es va donar importància al cost d'enviar un *SMS*, perquè s'havia escollit aquesta tecnologia de comunicació per la fase de *testing* i perquè encara no se sabia si caldria enviar *SMS* o no amb les futures versions del localitzador. La *Taula 8.1* mostra un resum del resultat d'aquesta recerca inicial, feta amb companyies d'Espanya.

<i>Companyia telefònica</i>	<i>Possibilitat de prepagament</i>	<i>Cost d'enviar un SMS [€]</i>	<i>Preu de la targeta SIM [€], en forma de saldo</i>
<i>Pepephone</i>	Sí	0,18	15
<i>Yoigo</i>	Sí	0,12	20
<i>Vodafone</i>	Sí	0,18	5
<i>Lowi</i>	No	0,10	0
<i>Movistar</i>	Sí	0,20	10
<i>Tuenti</i>	Sí	0,10	7

Taula 8.1. Informació rellevant de les principals companyies telefòniques d'Espanya.

Font: pàgines web de les pròpies companyies.

Un cop feta aquesta primera cerca de companyies nacionals es va procedir a fer el mateix per companyies internacionals. De fet, es va raonar que té més sentit treballar des del principi amb targetes *SIM* que funcionen a tota Europa, si el cost de fer-ho no varia respecte les targetes espanyoles.

Alguns exemples d'empreses potencials proveïdors de targetes *SIM* de funcionament internacional o europeu són *OneSimCard*, *WorldSIM*, *GO-SIM*, *Lycamobile*, *Lebara* i *FreedomPop*. S'ha contactat amb diverses empreses per entendre els requisits a l'hora de contractar-les com a proveïdors de targetes. La *Figura 8.1* mostra una part d'una conversa amb una d'aquestes empreses i a la *Figura C.1* de l'annex se'n presenten més.

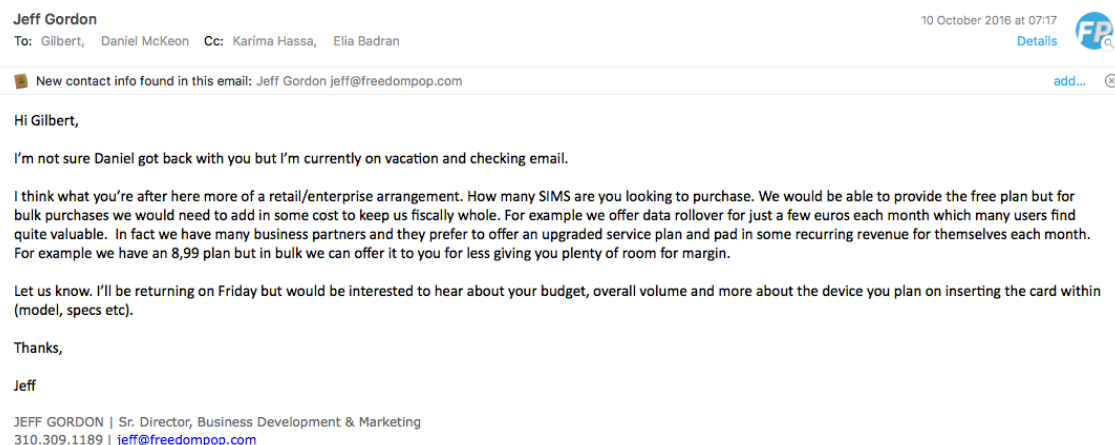



Figura 8.1. Correu electrònic d'un directiu de FreedomPop que mostra un exemple de les condicions que posen les empreses proveïdors de targetes SIM. Font: pròpia.

Continuant amb la recerca de proveïdors de targetes *SIM* s'ha conclòs que la millor opció és treballar amb una empresa que ofereix targetes *SIM* que funcionen internacionalment i que a més estan especialitzades en aplicacions per la internet de les coses (*IoT*). El tipus de tarifa que ofereixen aquestes empreses és adequat per transferir paquets petits de

dades en comparació amb el consum d'un *smartphone* qualsevol. A més, són empreses que estan preparades per vendre targetes *SIM* en lots, fet que no és tan comú en les companyies telefòniques tradicionals.

El pas següent ha estat testejar les targetes *SIM* d'una d'aquestes empreses que s'acaben de descriure. Concretament, l'empresa *Telit* ha proporcionat algunes unitats de prova, podent també utilitzar la seva plataforma *online* que permet gestionar la configuració i funcionalitats de les seves targetes. La *Figura 8.2* mostra les indicacions referents a l'enviament fet per *Telit*.

Orders IoT Connectivity Telf 5 April 2017 at 18:38 
Getting Started with your Telit Account // Goops CRM:0109320
To: Gilbert Cc: Camilla Ganzman

Hello Gilbert,

We would like to update you that the SIM cards ordered by your company for testing purposes ("Starter SIM") are now ready for use.

Please expect the SIM cards to arrive at your offices within the coming days.

The FedEx tracking number is: 663299526793.

Please note the testing is limited to 10MB.
Please note the APN to be used is: internetm2m.air.com

In addition, in order to allow you to view and manage the SIM cards mentioned above, we have created you a user in the IOT Portal. Please expect a "Welcome email" from the IOT Portal (welcome@devicewise.com), inviting you to log-in. Please follow the instructions within the "Welcome email".

To ease in the transition from a free Starter Kit to a paid service, Telit will automatically commercialize your company's Starter SIMs once an agreement is signed and executed. This will allow the SIMs that were used during the free trial phase to continue being used during the duration of the Agreement.

Should you have any additional questions, we are at your service.

For support, please contact support-iotconnectivity@telit.com or +390404 192555.

Regards,
IoT Connectivity Support
Phone +39 04 04 192 555
Email support-iotconnectivity@telit.com
www.telit.com

Figura 8.2. Correu electrònic enviat per Telit, en relació a les targetes SIM de prova.

Font: pròpia.

Per últim, cal tenir en compte que un cop es gestiona un volum de targetes *SIM* suficientment elevat, l'opció més rentable pot passar a ser treballar directament amb un fabricant de targetes *SIM*, com per exemple *Giesecke & Devrient* [9].

9. App

Tal i com s'ha explicat anteriorment, pel que fa al dispositiu localitzador s'ha creat un prototip que és una versió simplificada de la solució ideal descrita. Pel que fa a l'*app*, tenint en compte els recursos temporals dels que es disposa per fer el TFG, s'ha optat per fer una maqueta senzilla, però molt útil a l'hora de després crear l'*app* definitiva. Aquesta maqueta serveix per visualitzar i simular el funcionament de la futura *app*, però realment no s'hi pot executar cap funcionalitat real [10].

Les especificacions ja s'han enumerat en un apartat anterior. Aquest apartat pretén mostrar una idea general de com serà l'*app* quan es faci. Per fer-ho, s'ha treballat amb l'eina de prototipatge per *apps* <https://proto.io>. A la *Figura D.1* de l'annex es mostren les catorze pantalles maquetades. A més, a continuació es llisten algunes empreses les *apps* de les quals serveixen com a referència per la seva estètica i experiència d'usuari.

- *Glovo*
- *Yaap*
- *Uber*
- *Verse*
- *Trackr*
- *Findster*

De la mateixa manera que s'ha fet amb el desenvolupament del prototip del localitzador, l'objectiu en un futur pel que fa a l'*app* és definir detalladament com ha de ser per tal d'externalitzar-ne el desenvolupament. Un cop més, es parla d'externalització perquè es vol guanyar temps i no es vol aprendre a programar exhaustivament. Més endavant s'inclou informació sobre el pressupost per la creació de l'*app*.

10. Validació d'hipòtesis de negoci

L'objectiu principal que es persegueix en obtenir el prototip és disposar de les eines per dur a terme un conjunt d'accions que permetin entendre elements clau en relació a la utilitat de la solució ideal plantejada. Aquest apartat pretén principalment descriure algunes d'aquestes accions que es consideren fonamentals, per tal de clarificar els passos a seguir per validar la hipotètica oportunitat de negoci que hi ha darrere de la solució descrita durant aquest projecte.

D'una banda cal parlar de l'aspecte tècnic. En apartats anteriors s'ha explicat com hauria de ser la solució ideal a la problemàtica tractada, en base a un estudi exhaustiu del món dels localitzadors a dia d'avui. El prototip ha permès conèixer millor la viabilitat i els impediments de diversos aspectes tècnics, fet fonamental a l'hora de d'avaluar la possibilitat de desenvolupar la solució ideal.

Tal i com ja s'ha anat descrivint, s'han detectat alguns impediments a nivell tècnic que suposen elements decisius en la concepció d'un hipotètic negoci. La durada i la mida de la bateria, la mida dels diversos components i la cobertura són els elements més importants, que es comenten a continuació.

En l'estudi del mercat actual de localitzadors exposat anteriorment s'explica que la mida del localitzador és un dels elements decisius pels potencials clients a l'hora de mostrar interès per la solució. Creant el prototip s'ha pogut veure que la mida de la bateria és el component que influeix més en la mida del localitzador. I, al seu torn, investigant el mercat de les bateries es conclou que l'impediment tecnològic principal a l'hora de crear la solució ideal és la mida de la bateria. A dia d'avui, queda encara molt camí per recórrer en el món de les bateries i, de fet, s'està fent molta recerca per aconseguir crear bateries més petites i amb més autonomia.

En definitiva, les bateries que es poden obtenir al mercat avui no són prou petites com per permetre crear un localitzador que satisfaci les necessitats de molts clients potencials. Per exemple, moltes persones exposen de forma clara que estarien disposades a pagar per un localitzador que poguessin incorporar a la seva cartera, mòbil o claus. La mida que té una bateria d'una autonomia raonable per alimentar un localitzador *GPS* per una cartera és massa gran; en la majoria de carteres no hi cabria aquest localitzador.

Com ja s'ha explicat, aquest darrer element va estretament lligat a l'autonomia de la bateria del localitzador. Evidentment existeixen bateries molt petites, però el consum

dels components necessaris en un localitzador, com ara el mòdul *GSM/GPRS*, fan necessària una bateria de més capacitat.

Un altre aspecte important a comentar a nivell tècnic és la cobertura *GSM* i *GPS*, del qual s'ha parlat en apartats anteriors. Gràcies a disposar del prototip, el principal aprenentatge en relació a la cobertura ha estat que a nivell tècnic és difícil obtenir una localització amb una precisió amb pocs centímetres d'error. Per tant, a l'hora de dissenyar la solució ideal cal tenir en compte que probablement no sigui suficient utilitzar com a tecnologia de localització els satèl·lits *GPS*.

Si es vol aconseguir una precisió molt bona, com per exemple semblant a la que proporciona un *iPhone*, cal combinar diverses tecnologies de localització: *GSM*, *Wi-Fi*, *Bluetooth* i *GPS*. Si l'*iPhone* no es troba a dins de la línia de visió dels satèl·lits *GPS*, pot determinar la ubicació utilitzant punts actius de connexió *Wi-Fi* i torres de telefonia mòbil o *iBeacon* [11].

D'altra banda, deixant ara els aspectes tècnics en un segon pla, cal parlar de la utilitat del prototip i de la solució ideal per a potencials usuaris. El prototip ha permès confirmar que hi ha multitud de situacions del dia a dia que es podrien millorar fent ús d'un localitzador. S'ha experimentat amb gossos, motocicletes i maletes entre d'altres, podent així validar la hipòtesi inicial referent a l'existència de necessitats sense satisfer.

No obstant, aquesta etapa de validació també ha permès entendre una problemàtica de cara a un potencial negoci. Es tracta del fet que avui encara falta per recórrer un camí molt llarg fins arribar a la situació en què la gent estigui acostumada a utilitzar habitualment un localitzador. Per entendre-ho, es pot pensar en alguna situació similar que ha viscut la nostra societat, com pot ser l'ús de l'ordinador. Quan es va inventar l'ordinador es veia complicat que la majoria de persones comencessin a utilitzar-ne un. Per tant, sovint cal un procés llarg per tal d'acabar adoptant un costum en la quotidianitat.

A més, en aquest punt és crític tenir en compte el preu del localitzador. La utilitat i la compra de qualsevol cosa van estretament lligades al preu d'aquesta cosa. Per entendre-ho, es pot pensar en una barra de pa: una persona està disposada a pagar un euro per una barra de pa, però mai no en pagarà vint. Llavors, quin és el preu màxim de la barra de pa que la majoria de persones estan disposades a pagar? Aquesta és la pregunta crítica que s'ha intentat respondre pel que fa al localitzador.

Una altra acció que s'ha dut a terme amb el mateix objectiu de validar hipòtesis ha estat emular la venda del localitzador. Una validació total de l'existència de qualsevol negoci implica que algú pagui pel producte o servei. Per tant, una enquesta mai no serà suficient per comprovar que hi ha interès real per una solució. Per aquest motiu es va aprofitar una anada a l'aeroport de Barcelona per simular el procés de venda del prototip.

A la zona de cintes de recollida de maletes, es va interactuar amb algunes persones de la següent manera. Mentre esperaven les maletes, se'ls va preguntar si els agradaria poder saber on era la seva maleta senzillament amb el seu mòbil. Degut a la impaciència d'aquell precís moment, tothom responia afirmativament. El següent pas va ser oferir-los el localitzador. A algunes persones se'ls va oferir per quinze euros i van accedir a treure els diners de les seves butxaques. En aquest moment se'ls va explicar que allò era un simulacre de venda i que per tant no se'ls podia vendre el localitzador en realitat. En canvi, a l'oferir-lo per vint-i-cinc euros no tothom va treure els diners. El gran valor d'aquesta experiència és que es va comprovar que pel preu de quinze euros la majoria de persones, en el context de l'aeroport, estan disposades a comprar el localitzador.

El fet que encara no sigui un costum utilitzar localitzadors al dia a dia probablement fa que el preu de venda no hagi de suposar una barrera massa gran pel potencial nou usuari. Com ja s'ha vist a la *Figura 4.1*, la majoria de gent estaria disposada a pagar menys de vint euros pel localitzador. Això és un problema perquè aquesta quantitat és massa petita com per permetre a una empresa produir els localitzadors i obtenir un benefici en vendre'ls, exceptuant el cas en què es produeixen quantitats molt grans.

L'empresa xina *Reachfar* és una de les empreses de tot el món que ven localitzadors per a usuaris particulars a un preu més baix. El seu preu de venda al públic està al voltant dels trenta euros. Per tant, es confirma el fet que a dia d'avui és gairebé impossible que existeixi un negoci viable venent localitzadors *GPS* per menys de vint euros.

No obstant, la mentalitat dels clients potencials possiblement canviï i l'internet de les coses cada vegada sigui més present a les nostres vides. A més, un altre element clau és el frenètic desenvolupament tecnològic: cada dia s'aconsegueixen components una mica millors. Això fa pensar que les bateries, antenes i la resta de components cada vegada seran més barats i ocuparan menys espai, podent així produir allò que la gent està disposada a comprar i utilitzar.

Això no vol dir però que mentrestant no es pugui avançar en direcció a la creació d'un negoci de venda de localitzadors. Hi ha infinitat d'accions que es poden i s'han de dur a terme abans de qualsevol fase de producció, que serveixen per validar si el client està

realment interessant en allò que es pretén produir. A continuació s'enumeren algunes d'aquestes accions, que no s'han dut a terme encara perquè el temps disponible per realitzar un TFG és limitat.

- *Landing page.* Una *landing page* és una pàgina web senzilla amb una finalitat concreta [12]. En primer lloc, s'utilitza per informar de com és i per a què serveix el localitzador en aquest cas, de manera molt clara i breu. En segon lloc, serveix per veure si el possible client realitza alguna acció en relació a la futura compra del localitzador. Per exemple, es pot demanar a l'usuari a través de la pàgina web que introdueixi el seu correu electrònic. O també es pot incloure un botó a la pàgina que digui '*Pre-Order*'.

Donar el correu electrònic a una empresa o fer clic a un botó per iniciar la compra d'un producte són dues accions que demostren un interès real. És molt diferent dir que t'agrada molt un producte quan algú t'ho pregunta que escriure el teu correu electrònic i donar-lo a algú per iniciativa pròpia, sense que ningú no t'ho hagi demanat.

- *Facebook.* Fer un vídeo curt explicatiu sobre la utilitat del localitzador i penjar-lo a les xarxes socials és una altra acció que pot ajudar a extreure conclusions importants. El nombre de visualitzacions i de vegades que algú el comparteix són indicadors de l'interès que tenen les persones en el producte que es descriu al vídeo.
- *Instagram.* Pujar contingut relacionat amb el localitzador, com ara una fotografia d'una motocicleta sent robada, i fixar-se en el nombre de seguidors del compte d'*Instagram* és un altre indicador de la popularitat i atractivitat despertada pel producte.

Per tant, tal i com s'acaba d'explicar, és fonamental definir un seguit de mètriques en les quals fixar-se per tal d'entendre el comportament i l'opinió de potencials clients. Avui en dia es disposa de moltes eines, la majoria *online*, que faciliten enormement aquesta tasca en comparació a uns anys enrere [13]. Realitzar accions com les descrites permet detectar errors en el disseny de la solució aviat i, per tant, estalviar-se diners produint un mal producte.

11. Planificació

Aquest apartat mostra la programació que s'ha seguit fins a concloure el treball, però també vol ser una referència de cara als pròxims passos a seguir per donar continuïtat al projecte. Els passos que s'han seguit per realitzar el projecte ja s'han descrit durant aquesta memòria. En canvi, pel que fa als pròxims passos a seguir, un cop defensat el TFG, no s'ha dedicat cap explicació detallada i per aquest motiu es fa també en aquest apartat.

Tal i com s'ha explicat anteriorment, a dia d'avui hi ha unes restriccions tecnològiques que impedeixen vendre un localitzador *GPS* al preu que el client objectiu està disposat a pagar. L'única manera que permetria reduir els costos de producció suficientment com per oferir un preu proper a l'ideal és produir moltes unitats.

Després d'uns mesos de reflexió i converses amb persones del món dels localitzadors i amb inversors de capital risc, es creu que la fórmula idònia per donar continuïtat al projecte amb l'objectiu de crear un negoci és externalitzar la producció dels localitzadors a una empresa especialitzada. Una justificació de pes és que els recursos econòmics i temporals necessaris per implementar una planta de producció de localitzadors són elevats i el risc lligat a aquesta operació també és gran.

Després de fer una recerca d'empreses candidates d'arreu del món s'ha escollit la xinesa *Reachfar*, com a candidata principal per dur a terme la producció integral dels localitzadors. Per tal de provar i avaluar el funcionament dels seus localitzadors *GPS* ja es va establir un primer contacte fa uns mesos, però encara no s'ha iniciat cap conversa referent a un hipotètic acord. Les dues opcions d'acord que de moment es valoren són les que es plantegen a continuació.

- Mantenir la marca *Reachfar* i vendre els seus localitzadors sense modificar-ne res. En aquest cas el model de negoci es basaria en rebre una comissió per cada venda realitzada i, per tant, no es comprarien localitzadors a *Reachfar*.
- Crear una nova marca i vendre els localitzadors de *Reachfar* amb una capsula de la nova marca. D'aquesta manera probablement el model de negoci consistiria en comprar els localitzadors a *Reachfar* a un preu pactat en funció de les unitats venudes i en vendre'ls aplicant-hi un marge.

De les dues maneres s'estaria aconseguint iniciar el negoci més ràpidament que si s'hagués de fabricar o externalitzar la fabricació de localitzadors dissenyats íntegrament. No obstant, és evident que s'està parlant d'una etapa inicial. Podria arribar un moment en què fos més rentable assumir el disseny i fabricació dels propis localitzadors degut a la venda d'un volum molt elevat. De la mateixa manera, una irrupció tecnològica determinada podria canviar el paradigma actual i obrir noves possibilitats de negoci o obligar a redissenyar-ne el model.

Per tant, finalitzat el TFG, el següents passos són definir primer tots els detalls del model de negoci escollit i després establir el contacte amb *Reachfar* per tal que esdevingui el proveïdor dels localitzadors.

A continuació, a la *Figura 11.1*, es presenta en un marc temporal com ha tingut lloc el desenvolupament de les diverses etapes del projecte, mitjançant un diagrama de Gantt, incloent també les fases successives posteriors a la finalització del TFG.

	Activitat	Inici	Fi
1	Estudi preliminar	01/03/16	01/11/16
2	Identificació del problema	01/03/16	01/04/16
3	Recerca massiva d'informació	01/03/16	01/07/16
4	Concepció inicial de la solució	04/07/16	02/09/16
5	Consolidació de la idea de la solució	02/09/16	01/11/16
6	Externalització del desenvolupament del prototip	15/09/16	20/01/17
7	Contacte amb el freelancer	15/09/16	01/11/16
8	Definició i compra del hardware	01/11/16	15/11/16
9	Obtenció del prototip	15/11/16	20/01/17
10	Testing del prototip	20/01/17	15/05/17
11	Proves amb el prototip	20/01/17	31/03/17
12	Feedback de potencials clients	01/02/17	01/05/17
13	Nova funcionalitat	01/03/17	15/05/17
14	Redacció de la memòria del TFG	01/01/17	09/06/17
15	Elaboració de l'índex	01/01/17	20/01/17
16	Redacció de cada apartat	10/02/17	09/06/17
17	Validació d'hipòtesis de negoci	15/04/17	28/07/17
18	Simulacre a l'aeroport	15/04/17	20/04/17
19	Landing page	15/07/17	28/07/17
20	Facebook	15/07/17	28/07/17
21	Instagram	15/07/17	28/07/17
22	Primera sèrie comercialitzable	01/08/17	29/09/17
23	Contacte amb Reachfar	01/08/17	01/09/17
24	Venda de les primeres unitats	10/09/17	29/09/17

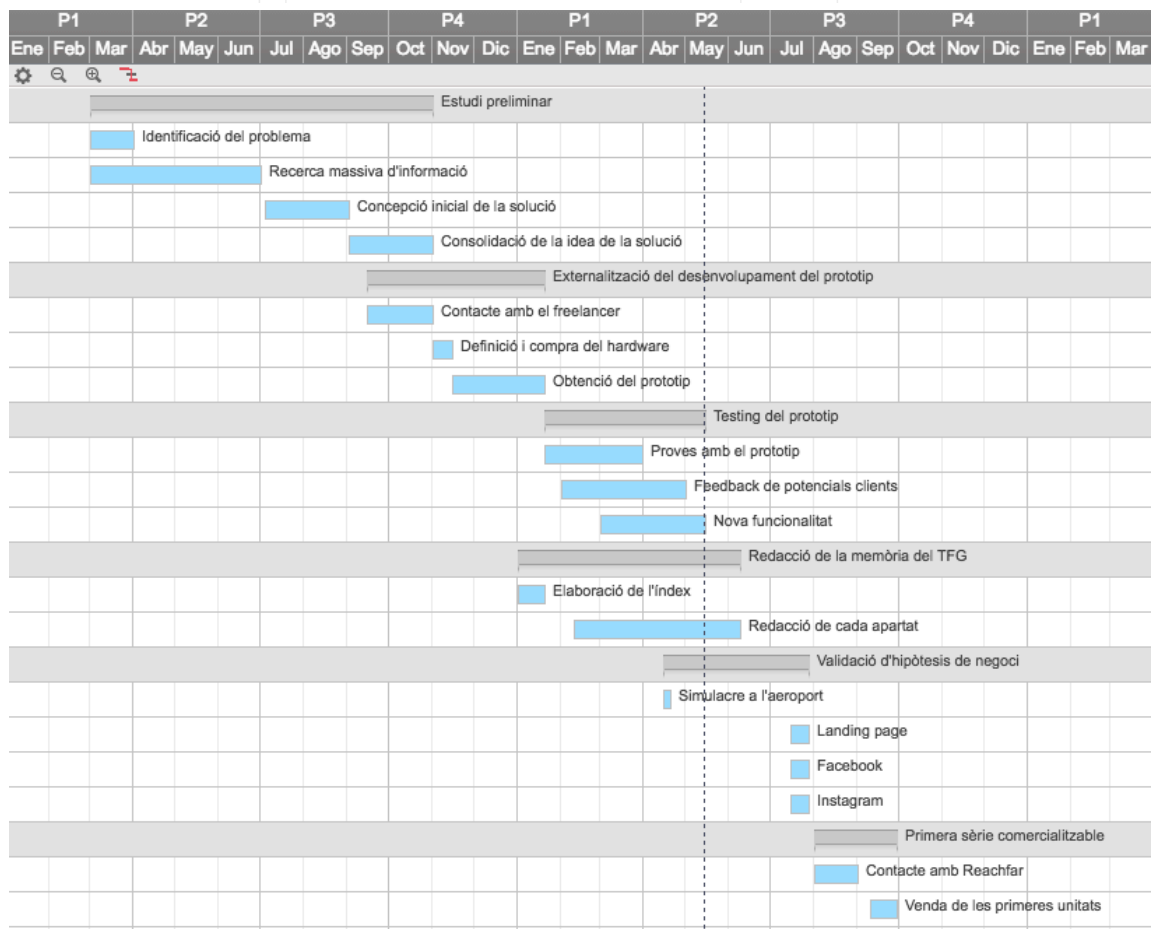


Figura 11.1. Diagrama de Gantt del projecte. Font: pròpia.

12. Costos i pressupost

Aquest apartat presenta dues parts diferenciades, segons la ubicació temporal d'allò que es pressuposta. D'una banda es mostra el cost de les activitats que s'han dut a terme fins ara, com per exemple l'externalització de tasques al *freelancer*. D'altra banda s'inclou el pressupost d'aquelles activitats que encara no s'han realitzat, però que són els futurs passos a fer tal i com s'ha planificat a l'apartat anterior.

12.1. Costos de les activitats realitzades

12.1.1. Costos dels recursos humans

Els costos dels recursos humans interns al projecte s'atribueixen a un futur enginyer industrial. Tenint en compte les qualificacions i el nivell d'experiència de l'estudiant d'enginyeria, s'ha fixat el seu cost a trenta euros cada hora. A la *Taula 12.1* es mostra el desglossament de les activitats del projecte, assenyalant la contribució en hores en cadascuna d'elles per part dels recursos humans interns, així com els respectius costos.

<i>Activitat</i>	<i>Estudiant d'enginyeria [hores]</i>	<i>Cost [€]</i>	<i>Cost acumulat [€]</i>
<i>Identificació del problema</i>	20	600	600
<i>Recerca massiva d'informació</i>	90	2700	3300
<i>Concepció inicial de la solució</i>	40	1200	4500
<i>Consolidació de la idea de la solució</i>	15	450	4950
<i>Contacte amb el freelancer</i>	30	900	5850
<i>Definició i compra del hardware</i>	20	600	6450
<i>Obtenció del prototip</i>	10	300	6750
<i>Proves amb el prototip</i>	40	1200	7950
<i>Feedback de potencials clients</i>	30	900	8850
<i>Nova funcionalitat</i>	25	750	9600
<i>Elaboració de l'índex</i>	5	150	9750
<i>Redacció de cada apartat</i>	90	2700	12450
<i>Simulacre a l'aeroport</i>	5	150	12600
<i>Landing page</i>	40	1200	13800
<i>Facebook</i>	35	1050	14850
<i>Instagram</i>	25	750	15600
<i>Contacte amb Reachfar</i>	50	1500	17100
<i>Venda de les primeres unitats</i>	50	1500	18600
Total	620	-	18600

<i>Llegenda</i>	
	<i>Estudi preliminar</i>
	<i>Externalització del desenvolupament del prototip</i>
	<i>Testing del prototip</i>
	<i>Redacció de la memòria del TFG</i>
	<i>Validació d'hipòtesis de negoci</i>
	<i>Primera sèrie comercialitzable</i>

Taula 12.1. Costos dels recursos humans interns al projecte.

En relació a la *Taula 12.1*, cal recordar que aquest projecte ha transcorregut durant una mica més d'un any, amb dedicació parcial i variable, fins assolir l'etapa de validació d'hipòtesis de negoci. Fins aquesta etapa, la *Taula 12.1* mostra els costos reals de les activitats. No obstant, a partir d'aquesta etapa es mostra una predicció dels futurs costos de les activitats que es preveu executar, però és important tenir en compte que l'estimació està subjecta a diverses variables i que el valor final real es podria veure alterat. Per

tant, la *Taula 12.1* és un resum dels costos del projecte fins l'etapa actual i del pressupost de les properes activitats a realitzar.

També cal recordar que la *Taula 12.1* tampoc mostra els costos del *freelancer*. Aquesta informació es tracta al següent apartat. Activitats de la *Taula 12.1* que van lligades a la feina del *freelancer*, com per exemple l'obtenció del prototip, en aquest apartat només inclouen les hores de feina dels recursos interns per tal de fer-ne possible la realització.

12.1.2. Cost del *freelancer*

Per dur a terme el disseny i creació del *firmware* i el *hardware* del prototip amb el *freelancer* s'ha treballat amb un pressupost tancat. No obstant, abans de decidir externalitzar aquesta feina al *freelancer* es van obtenir alguns pressupostos d'empreses amb més anys d'experiència que ell. L'objectiu va ser obtenir una idea general dels costos de desenvolupament en un sector que es desconeixia per complet, per així poder valorar aspectes econòmics i tenir un criteri mínim.

A la *Figura E.1* de l'annex es presenten algunes proves dels pressupostos aproximats per desenvolupar el prototip a través d'empreses amb anys d'experiència. Com es veu, el pressupost mínim en aquests casos està al voltant dels quatre mil euros.

En canvi, el pressupost tancat del *freelancer* va ser de dos mil euros, dels quals mil cinc-cents es destinaven a desenvolupar el *firmware* i cinc-cents a obtenir el *hardware*. La gran diferència del cost entre aquest *freelancer* i les altres empreses, juntament amb les bones referències que es tenien d'ell, van ser els arguments per acceptar el seu pressupost.

12.1.3. Costos materials

Els costos materials que aquest projecte ha comportat són de caràcter informàtic, tenint en compte únicament aquelles costos relacionats amb els recursos interns. Els costos materials externs, com per exemple els que ha tingut el *freelancer*, ja estan inclosos en els altres apartats.

Per la majoria de tasques durant el projecte, com per exemple cercar informació, contactar amb empreses, testejar el prototip o elaborar documents, s'ha utilitzat un ordinador *MacBook Pro* de quinze polzades i un mòbil *iPhone 5s*. A la *Taula 12.2* es mostren els costos associats a aquestes dues eines.

S'ha tingut en compte que el cost de l'ordinador és de dos mil euros i que són amortitzats en vuit anys. Per tant, durant els catorze mesos que ha durat el projecte el cost respectiu ha estat de dos-cents noranta-dos euros. Anàlogament, sabent que el cost del mòbil és de cinc-cents euros i considerant una amortització en quatre anys, el seu cost ha estat de cent quaranta-sis euros.

<i>Eina</i>	<i>Cost [€]</i>
<i>MacBook Pro de quinze polzades</i>	292€
<i>iPhone 5s</i>	146€
<i>Total</i>	438€

Taula 12.2. Costos materials del projecte.

12.1.4. Altres costos

Per últim, s'han tingut en compte altres costos associats a l'execució del projecte en general. No han suposat una quantitat elevada perquè s'ha pogut accedir a molts recursos gratuïtament a través d'internet.

Així, els costos rellevants han estat l'associat a la connexió a internet des de casa i els relacionats amb les múltiples reunions amb diverses persones que s'han tingut durant aquests mesos, amb finalitats variades com ara discutir especificacions, resoldre consultes o negociar pactes. Aquests últims inclouen els costos associats dels desplaçaments i les consumicions a bars o restaurants. La *Taula 12.3* ho resumeix.

<i>Eina</i>	<i>Cost mensual [€/mes]</i>	<i>Mesos</i>	<i>Cost [€]</i>
<i>Connexió a internet</i>	40	14	560
<i>Reunions</i>	10	14	140
<i>Total</i>	-	-	700

Taula 12.3. Altres costos relacionats amb el projecte.

12.1.5. Cost total

En resum, sumant tots els costos associats al projecte, s'obté la *Taula 12.4*.

<i>Concepte</i>	<i>Valor [€]</i>
<i>Recursos humans interns</i>	18600
<i>Cost del freelancer</i>	2000
<i>Costos materials</i>	438
<i>Altres costos</i>	700
<i>Total</i>	21738

Taula 12.4. Cost total del projecte.

12.2. Pressupost de les activitats futures

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la *Taula 12.1* inclou el pressupost de les activitats que encara no s'han realitzat però que estan planificades, relacionades amb els recursos humans interns al projecte. La suma del pressupost d'aquestes activitats és de sis mil euros. La *Taula 12.5* ho detalla.

<i>Activitat</i>	<i>Estudiant d'enginyeria [hores]</i>	<i>Cost [€]</i>	<i>Cost acumulat [€]</i>
<i>Landing page</i>	40	1200	1200
<i>Facebook</i>	35	1050	2250
<i>Instagram</i>	25	750	3000
<i>Contacte amb Reachfar</i>	50	1500	4500
<i>Venda de les primeres unitats</i>	50	1500	6000
<i>Total</i>	200	-	6000

Taula 12.5. Pressupost relacionat amb els recursos humans interns al projecte.

Si no s'hagués decidit associar-se amb una empresa com *Reachfar* com a proveïdora per tal de dur a terme la producció íntegra dels localitzadors hauria estat necessari estudiar el cost de produir aquests localitzadors. Per tal de tenir una primera idea sobre els costos d'aquesta producció es va contactar amb l'empresa d'enginyeria catalana *TecnoCSE* i es van definir aproximadament els costos de produir una primera sèrie de localitzadors. La diferència principal d'aquesta nova sèrie en relació al prototip hauria estat que aquest últim està fet amb components comercials. Els següents punts donen una idea dels costos de l'empresa *TecnoCSE*.

- Circuit imprès de quatre capes (fotolits i circuit): dos-cents cinquanta euros.
- Components: mòdul de comunicacions, antenes, microcontrolador, *SIM*, bateria, etc. Cost a determinar segons el volum.
- Muntatge: encapsulat a màquina (pantalla de serigrafia): dos-cents trenta euros.
- Hores dels enginyers de *TecnoCSE*: disseny, *Gerbers (PCB)*, etc. Al voltant de dues setmanes, a setanta euros per hora d'enginyeria: cinc mil sis-cents euros sense incloure l'IVA.
- *Firmware*: hauria estat el mateix que el del prototip, per tant el cost hauria estat nul.

Per tant, l'externalització de la fabricació d'una primera sèrie hauria tingut un cost inicial de més de sis mil euros, produint a Espanya. Malgrat això, un cop obtinguts els elements que s'acaben de llistar el cost de fabricar un localitzador es redueix enormement. Amb tots els dissenys fets i les eines específiques fabricades, el cost de fabricar un localitzador està al voltant de trenta euros. No obstant, aquesta xifra va estretament lligada al volum fabricat.

Per últim, es creu important afegir alguns comentaris en relació al desenvolupament de l'*app*. Anteriorment, ja s'ha explicat que fins ara només s'ha fet una maqueta de l'*app*, però també s'han demanat alguns pressupostos per tenir una idea general d'un possible futur cost.

De la mateixa manera que s'ha fet amb el prototip, s'han sol·licitat pressupostos a dos estudiants *freelancers* amb poca experiència i a empreses establertes ja fa anys. La *Taula 12.6* mostra una part del pressupost elaborat per dos estudiants de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la UPC; concretament mostra la planificació de les diverses etapes de desenvolupament. La *Figura E.2* de l'annex mostra el pressupost complet. Aquest pressupost és per crear una primera versió de l'*app* per *iOS*.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		App design	?	Wed 9/7/16	Wed 9/7/16	
2		App implementation	24.5 hrs	Thu 9/8/16	Tue 9/13/16	1
3		Setup permissions	2 hrs	Thu 9/8/16	Thu 9/8/16	
4		Login implementation	2 hrs	Thu 9/8/16	Thu 9/8/16	15,3
5		Map view implementation	11 hrs	Thu 9/8/16	Mon 9/12/16	4,16
6		Map	5 hrs	Thu 9/8/16	Fri 9/9/16	
7		Map update service	5 hrs	Fri 9/9/16	Fri 9/9/16	6
8		Side menu	1 hr	Mon 9/12/16	Mon 9/12/16	7
9		Sync service	3 hrs	Mon 9/12/16	Mon 9/12/16	4,17,5
10		Settings view	2 hrs	Mon 9/12/16	Mon 9/12/16	4,17,9
11		Payment view	2.5 hrs	Mon 9/12/16	Tue 9/13/16	4,20,10
12		Server implementation	37.5 hrs	Wed 9/7/16	Tue 9/13/16	
13		Initial setup	2 hrs	Wed 9/7/16	Wed 9/7/16	
14		Model and software design	5 hrs	Wed 9/7/16	Wed 9/7/16	13
15		Register and login	4 hrs	Wed 9/7/16	Thu 9/8/16	14
16		Device sync	3 hrs	Thu 9/8/16	Thu 9/8/16	15
17		User API	2.5 hrs	Thu 9/8/16	Fri 9/9/16	15,16
18		Payment implementation	6 hrs	Fri 9/9/16	Fri 9/9/16	15,17
19		API connection	4 hrs	Fri 9/9/16	Fri 9/9/16	
20		App connection	2 hrs	Fri 9/9/16	Fri 9/9/16	19
21		Server deploy	5 hrs	Tue 9/13/16	Tue 9/13/16	13,14,15,16,17,18

Taula 12.6. Part del pressupost fet per dos estudiants de la FIB, que mostra la planificació d'activitats.

A més, s'ha parlat amb el professor de l'ETSEIB José Luis Eguia i amb algunes empreses especialitzades en desenvolupaments d'*apps*. Gràcies a fer-ho s'ha aconseguit tenir una idea del cost aproximat de crear l'*app* per algú amb experiència. Tenint en compte les característiques de l'*app* descrites anteriorment, el cost està al voltant dels cinc mil euros.

Per tant, d'entre les dues opcions plantejades n'hi ha una clarament més barata: els dos estudiants *freelancers*. En cas d'escollir-la, probablement es procediria de la següent manera. Primer s'encarregaria als dos estudiants una feina de desenvolupament petita a mode de prova, per avaluar com treballen i veure si les dues parts encaixen bé a l'hora de treballar juntes. Per exemple, se'ls podria encarregar crear dues de les catorze pantalles maquetades i en funció del temps i la qualitat dels resultats, decidir si procedir amb la resta.

El motiu pel qual les tasques relacionades amb l'*app* no estan incloses a la planificació del projecte vista anteriorment és que encara no s'ha decidit si es crearà aquesta *app*. Com ja s'ha vist, per la fase de prototipatge és suficient utilitzar la tecnologia *SMS*. De fet, per les fases posteriors en què sí que caldrà utilitzar una *app*, també existeix la possibilitat d'utilitzar la de l'empresa *Reachfar*, que es vol que sigui el proveïdor dels localitzadors. Una opció seria adaptar la seva *app* fent-hi els canvis necessaris per ser

utilitzada a Europa. En tot cas, quan i com s'obtindrà l'*app* són coses que se sabran més endavant.

13. Normativa aplicable

El dispositiu localitzador i l'*app* estan subjectes a una normativa concreta que és fonamental tenir en compte per complir la llei en qualsevol activitat derivada del localitzador.

Segons les disposicions legals disponibles al *DL Abstract* del portal www.ictonline.es, el localitzador està subjecte a la normativa que es llista a continuació. El marc de legislació d'aquesta normativa és la Unió Europea.

- Marcatge de Conformitat Europea (CE): compatibilitat electromagnètica, disseny ecològic dels aparells que utilitzen energia i material elèctric de baixa tensió.
- Seguretat de productes.
- Equips de telecomunicacions.
- Protecció de dades personals.
- Limitació de substàncies – *REACH* – medi ambient – cicle de vida dels productes.
- Eficiència energètica.
- Responsabilitat civil per productes defectuosos.

14. Impacte en l'entorn

L'execució de qualsevol projecte implica canvis en l'entorn i aquests s'han de considerar, ja siguin positius o negatius pel medi ambient, per la seguretat i salut dels usuaris o treballadors, o per la societat en general.

En aquest apartat es descriuen els principals aspectes a tenir en compte en relació a l'impacte social i ambiental de l'execució del projecte fins ara, que ha consistit en l'elaboració del TFG, i de les futures activitats que cal dur a terme per donar-li continuïtat.

14.1. Impacte de l'execució del TFG

Pel que fa a l'aspecte social, durant els mesos en què s'ha elaborat el TFG no hi ha hagut efectes destacables. El gruix principal del temps s'ha invertit en treballar de manera autònoma i puntualment s'ha interaccionat amb terceres persones, com per exemple els professors o el *freelancer*. No es pot considerar que aquestes interaccions hagin tingut un impacte social.

A nivell ambiental, tenint en compte que la majoria d'hores s'han dedicat a treballar amb un ordinador, ja sigui per cercar informació, escriure textos o elaborar taules entre d'altres tasques, no s'han generat contaminants de manera directa.

El recurs principal utilitzat ha estat l'electricitat a l'hora d'alimentar l'ordinador, el telèfon mòbil i el prototip, així com per il·luminar l'espai de treball. A més, no s'han utilitzat fulls de paper, fet que redueix encara més l'ínfim impacte ambiental generat.

Pel que fa als components del prototip, al tractar-se d'una sola unitat de cadascun d'ells tampoc no és significatiu l'impacte ambiental generat per la seva producció, vida útil i eliminació.

14.2. Impacte de les futures activitats

A nivell social, l'activitat futura que pot tenir un impacte major és la venda i ús dels localitzadors. L'escenari ideal es caracteritza per una acceptació molt estesa de la solució per part de tota la població. En altres paraules, un èxit de l'execució de les següents fases

del projecte vindria donat pel fet que la majoria de motoristes, amos de gossos o pares de nens comprassin un localitzador.

Si aquest escenari ideal tingués lloc l'impacte social seria molt important. El motiu és que s'hauria provocat un canvi en el dia a dia de moltes persones, fent adoptar un nou hàbit en diverses situacions quotidianes. En definitiva, s'estaria canviant la vida de moltes persones. Per exemple, fer desaparèixer el patiment d'un motorista quan aparca la moto al carrer significa que s'està influïnt psicològicament en aquella persona. Això, estès a moltes persones es pot considerar un gran impacte social.

L'activitat futura més rellevant pel seu impacte ambiental no és l'ús dels localitzadors, sinó la seva producció i eliminació un cop acabada la vida útil. Ja sigui externalitzant-la o associant-se i duta a terme per *Reachfar*, la producció a gran escala de cadascun dels components dels localitzadors té efectes perjudicials pel medi ambient.

El component amb major contribució negativa pel medi ambient són les bateries. A continuació es mostren quatre figures que il·lustren els problemes principals en relació a les bateries de liti, que es troben principalment en la seva eliminació al final de la vida útil [14].

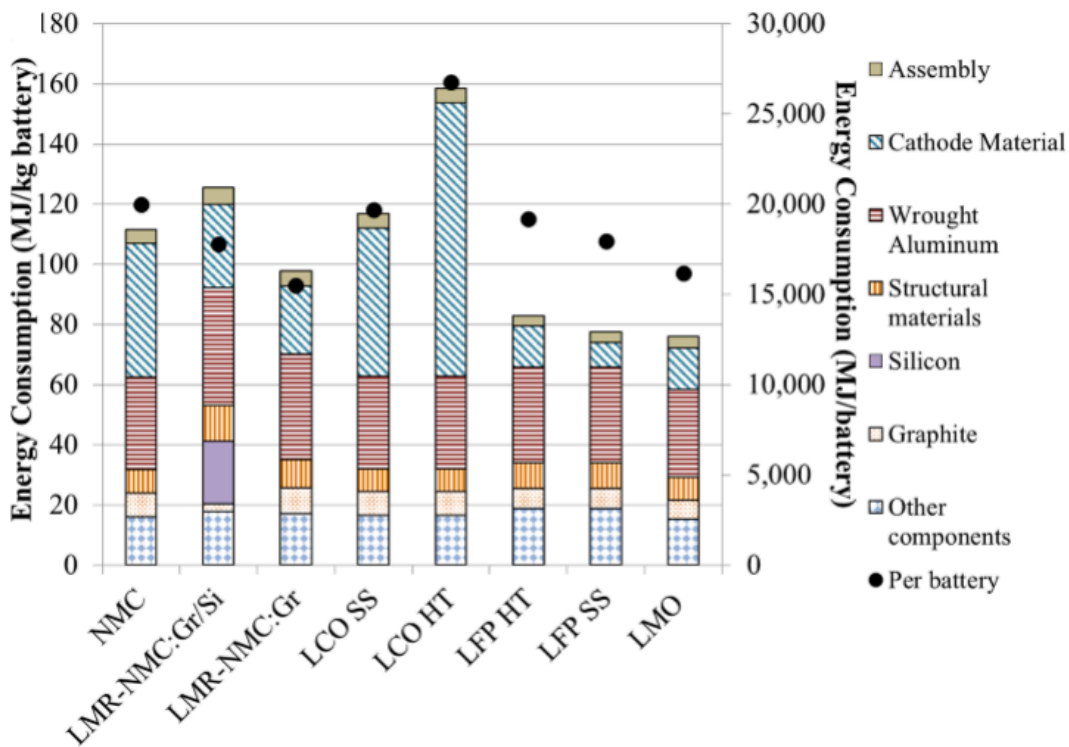


Figura 14.1. El cobalt i el silici són els materials de més alt consum energètic de la cadena de producció de les bateries de liti [14].

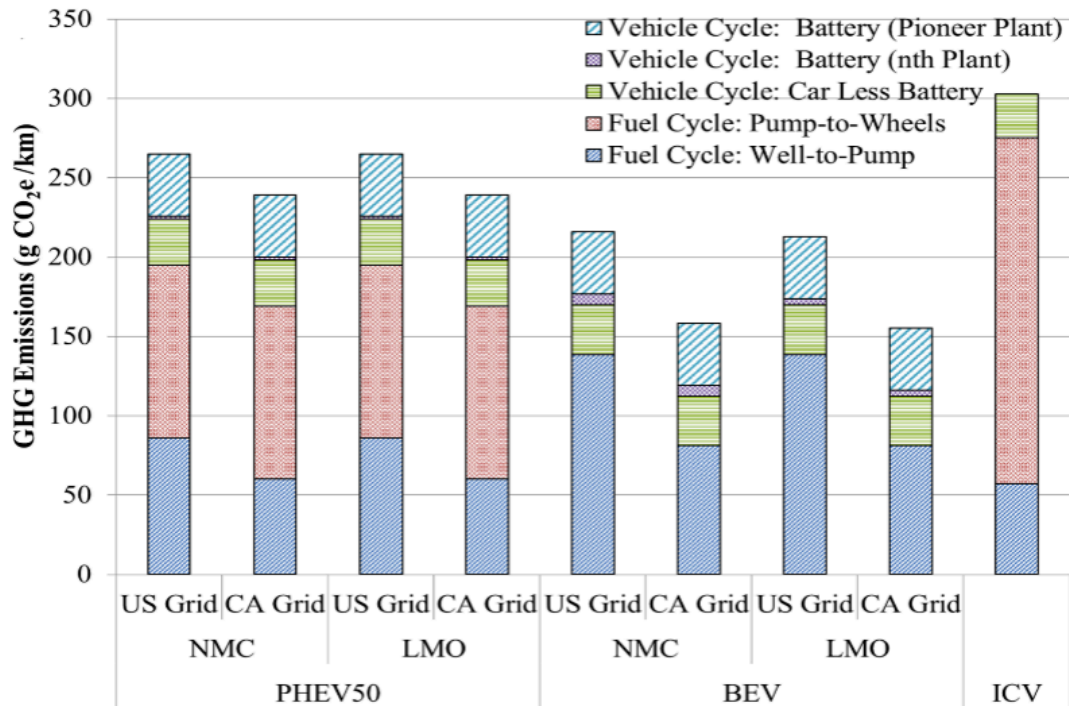


Figura 14.2. Un punt positiu és que les bateries no són grans contribuïdores pel que fa a les emissions de CO₂ [14].

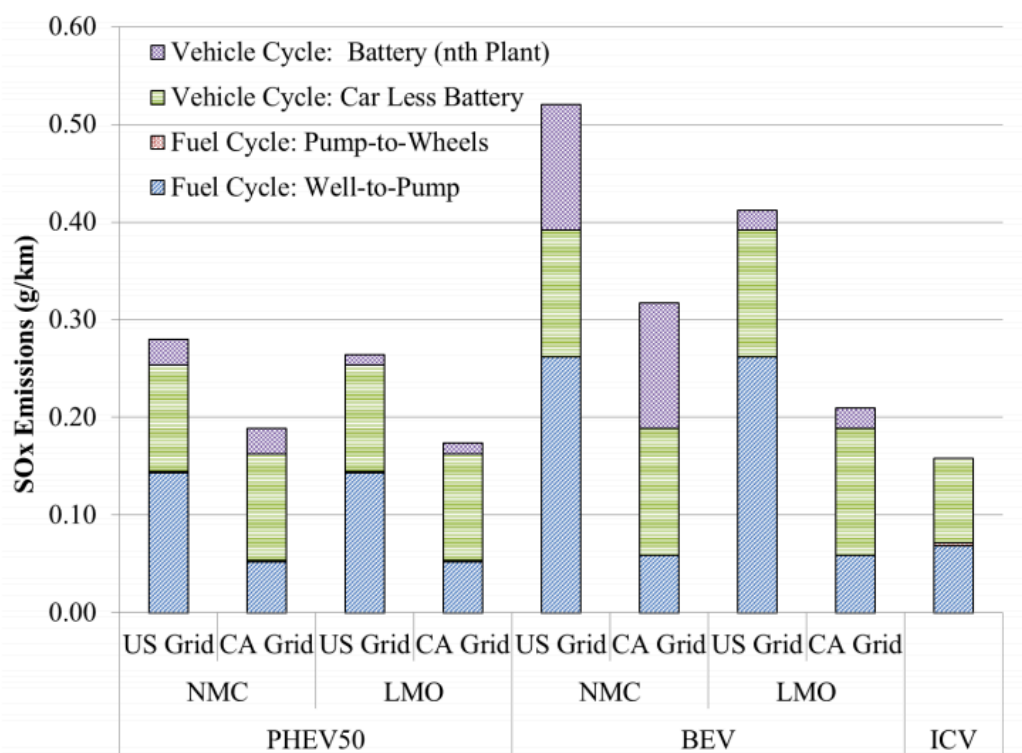


Figura 14.3. La part negativa és que les bateries fan contribucions significatives pel que fa a les emissions d'òxids de sofre (SO_x), especialment si el càtode conté cobalt o níquel [14].

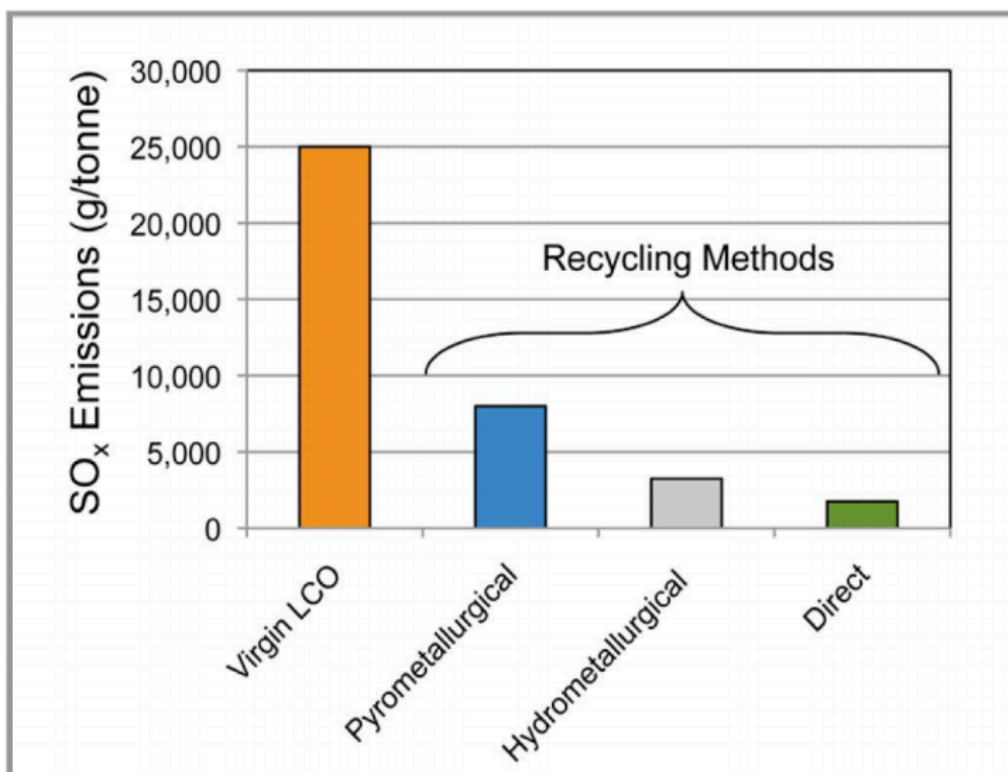


Figura 14.4. Els metalls reciclats fets de minerals de sulfur redueixen l'impacte ambiental dels càtodes [14].

15. Conclusions

No sempre és evident què es vol dir al concloure un treball. No és el cas però a l'estar a punt de posar fi a aquest TFG. Per la manera com s'ha enfocat tot el treball, la part possiblement més important d'aquest és la conclusió a la qual s'arriba, perquè dóna resposta a la pregunta que motiva el treball. S'introdueix el treball preguntant-se per què a dia d'avui es tenen problemes per localitzar coses quotidianament. Totes les accions que s'han dut a terme des que es va definir aquesta pregunta han pretès trobar una resposta elaborada progressivament. Des del començament s'ha relacionat constantment l'aspecte tecnològic dels localitzadors amb la viabilitat d'un negoci nascut a partir d'aquests localitzadors.

Després d'haver fet un estudi exhaustiu de què existeix a tot el món dels localitzadors, d'haver interaccionat amb multitud de potencials usuaris d'un localitzador i amb professionals del sector, d'haver creat un prototip d'un localitzador *GPS*, d'haver experimentat amb aquest prototip, d'haver dialogat amb *coaches* del món de les *startups* i d'haver escrit la memòria del TFG reflexionant cada frase, s'afirma que la raó que respon a la pregunta que es fa el treball és de caire tecnològic. Concretament, el desenvolupament actual de les tecnologies lligades a un localitzador *GPS* no permet reduir suficientment els costos de fabricar-lo per tal que el seu preu de venda sigui aquell que la majoria de persones estan disposades a pagar. Les expectatives de la majoria de gent en vers a un localitzador, entre altres motius perquè comprar-lo i utilitzar-lo implica adoptar nous hàbits, són més elevades que les que pot oferir el mercat a dia d'avui, ja sigui quant a autonomia de la bateria, mida o altres aspectes tècnics.

És fonamental llegir la bibliografia consultada que es presenta al final d'aquest treball per veure la quantitat d'empreses d'arreu del món que estan intentat vendre localitzadors. Aquest fet és un bon indicador del fet que hi ha una necessitat entre la gent i que encara està per satisfer. No obstant, cap d'elles no està aconseguint triomfar pels motius que s'han explicat i això demostra que probablement no hagi arribat el moment idoni tecnològicament parlant per ser exitós en aquest negoci. L'exhaustiva classificació de la bibliografia consultada permet també fer-se una idea de la popularitat de les tecnologies utilitzades en aquest sector.

Tot i això, hi ha algunes empreses al món, principalment a la Xina, que degut a les quantitats que fabriquen i així els baixos costos de producció que tenen, poden vendre localitzadors a uns preus propers als que la majoria de gent vol pagar. Per tant, una oportunitat de negoci probablement estigui en aconseguir que una d'aquestes empreses

sigui el proveïdor dels localitzadors, per tal de vendre'ls a Europa sota el nom d'una nova marca. Crear una nova marca és l'opció òptima perquè el principal problema pel qual aquestes empreses xineses no venen els seus localitzadors a Europa és la dificultat que tenen per accedir als potencials clients i la deficient comunicació que estableixen quan aconsegueixen accedir-hi. En aquest cas, la cultura i la llengua juguen un paper massa important, negativament. A més, en aquest punt és important destacar una idea: l'èxit d'aquest negoci va segurament estretament lligat a la qualitat del *marketing* i manera de vendre la solució. Es pot establir un símil amb marques com *Tesla* i *Apple*, que tot i no oferir una tecnologia única lideren els respectius mercats gràcies a haver innovat en la manera de vendre. En el món dels localitzadors probablement passi el mateix.

Si més no, vist l'auge de l'*Internet of Things* i els frenètics avanços tecnològics, centrant-se en la millora de les bateries actuals, sembla un fet imminent veure com cada vegada més dispositius conviuen amb qualsevol persona quotidianament, per tal de facilitar i accelerar tasques, millorar activitats o optimitzar processos, entre d'altres. Entre aquests dispositius segurament s'hi trobaran localitzadors que permetran conèixer la posició de qualsevol cosa en qualsevol moment, tots ells connectats entre si i capaços d'aprendre cada dia autònomament amb la finalitat de fer coses inimaginables avui. Llavors, arribat aquest moment, la viabilitat, accessibilitat i escalabilitat d'un negoci de localitzadors haurà canviat dràsticament.

És important remarcar el valor d'un dels principals aprenentatges fruit d'aquest treball. Tot i concloure que ara no és el moment idoni per engegar un negoci de venda de localitzadors per utilitzar quotidianament, té un valor considerable tenir el grau de coneixement que s'ha assolit del mercat, sabent entre d'altres variables quin preu vol pagar la gent, independentment de la segmentació de mercat que es faci i parlant en termes generals, de cara a dissenyar un futur negoci minimitzant els riscos.

Fent ara una reflexió a nivell personal, després d'aquests catorze mesos de feina, crec haver-me situat entre una de les persones més capacitades per liderar aquest hipotètic futur negoci, gràcies a la visió que he adquirit de la part tecnològica, estant sempre lligada a l'empresarial. Algunes de les raons que em fan creure-ho són el fet d'haver conegut cada detall del món dels localitzadors, haver après a externalitzar i delegar tasques a un *freelancer* o empresa entenent la importància d'especificar què es vol exactament, haver viscut quant costa fer que les coses passin com ara a l'hora de crear un prototip real, haver validat hipòtesis utilitzant un prototip i haver definit i completat un pla d'actuació de diversos mesos de durada. A més, he estat seleccionat per participar a l'*European Venture Programme 2017* de l'associació *EuroTech Universities Alliance* [15] per seguir desenvolupant el projecte.

16. Agraïments

El meu TFG seria incomplet si no dedicés aquest apartat a donar les gràcies a aquelles persones que l'heu fet possible. El motor principal que m'ha mogut i em seguirà movent són les persones i és per això que us ho intentaré agrair amb paraules, segurament sense estar a la vostra alçada.

Gràcies Manuel Moreno per haver desbordat paciència tots aquells matins de primavera i totes aquelles tardes de juliol sense aire condicionat a l'ETSEIB, responent preguntes i més preguntes; per haver-me il·luminat el camí més d'una vegada quan la meva motivació no era suficient per avançar i calia alguna cosa més; per haver estat sempre a punt per donar-me un contacte útil i per estar disponible sempre que ho he necessitat.

Gràcies Lluís Solano per haver estat sempre a punt per obrir un diàleg sobre tecnologia i per haver-lo allargat tot i no tenir el temps fer-ho; per haver-me ajudat a adquirir una visió global de què és un TFG i per haver compartit múltiples experiències pròpies per il·lustrar conceptes i explicacions d'enginyeria.

Gràcies Miguel Bolívar per haver-me ensenyat a treballar amb un *freelancer*; per haver estat sempre molt competent i per haver fet la feina pactada; per haver fet les coses fàcils i per ser una persona amb qui es poden discutir les coses.

Gràcies Olivier Crochat per fer-me veure les limitacions d'un hipotètic negoci i per parlar clar; per rebre'm a Lausanne tantes vegades com calguin i per ser un *coach* desinteressadament accessible.

Gràcies Graham Valentine per ser el *coach* més amic que he conegut; per meravellar-me amb la teva capacitat de vendre i per ensenyar-me a vendre'm, ajudant-me a aconseguir entrar a *Amazon*.

Gràcies Francesc Romaní per inspirar-me; per ser un referent meu i per motivar-me a superar-me cada dia per aconseguir que estiguis orgullós de mi.

Gràcies Berta Morera per ser l'única persona que m'ha aguantat tot aquest temps seguit i per haver-me dotat d'aquesta dosi de psicologia que només tu saps donar i que és tan essencial a la vida.

Gràcies ETSEIB i gràcies pares per, de maneres diferents, haver-me donat aquesta preciosa oportunitat.

Gràcies Fran, Jordi i tots els amics i persones que m'acompanyeu cada dia; que teniu la paciència d'escoltar-me sempre i d'opinar aportant tant valor; que em doneu l'energia per acabar aquest TFG i que m'inspireu per intentar fer coses grans.

Molt sincerament, gràcies.

Gilbert Romaní Roca

Lausanne, juny del 2017

17. Bibliografia

17.1. Referències bibliogràfiques

- [1] TrackR. *Crowd GPS* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<<https://www.thetrackr.com/crowd-locate>>.
- [2] Jon Gunnar Sponås (Nordic, 2016). *Things you should know about Bluetooth range* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<<http://blog.nordicsemi.com/getconnected/things-you-should-know-about-bluetooth-range>>.
- [3] Amazon. *Jeeves GPS Tracker* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://www.amazon.com/Jeeves-GPS-Tracker-Waterproof-Connection/product-reviews/B00X3R2VOK>>.
- [4] Apple Store Education Universia (2016). *Touch ID: ¿qué hace apple con nuestra huella dactilar?* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<http://apple.universia.es/maclovers/apple/touch-id-que-hace-apple-con-nuestra-huella-dactilar>>.
- [5] Amazon. *Web Services* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://aws.amazon.com/es>>.
- [6] Balazs Csorjan (SlideShare, 2012). *China vs Eastern Europe: comparison of manufacturing locations* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://es.slideshare.net/csorjan/china-vs-eastern-europe-comparioson-of-manufacturing-locations>>.
- [7] Pete Bell (TeleGeography Blog, 2017). *2G is Fading Away, But it Might Outlive 3G in Europe* [en línia]. Consulta: juny del 2017. Disponible a:
<<http://blog.telegeography.com/2g-is-fading-away-but-it-might-outlive-3g-in-europe>>.
- [8] William J. Hughes (Federal Aviation Administration, 2017). *Global Positioning System (GPS) Standard Positioning Service (SPS) Performance Analysis Report*, pàgines 20-29 [en línia]. Consulta: febrer del 2017. Disponible a:
<http://www.nstb.tc.faa.gov/reports/PAN96_0117.pdf>.

- [9] Giesecke & Devrient. *Tarjetas SIM* [en línia]. Consulta: febrer del 2017. Disponible a: <https://www.giesecke.com/es/products_and_solutions/products/mobile_communication/sim-cards.jsp>.
- [10] Interaction Design Foundation (2016). *Don't Build It, Fake It First – Prototyping for Mobile Apps* [en línia]. Consulta: febrer del 2017. Disponible a: <<https://www.interaction-design.org/literature/article/don-t-build-it-fake-it-first-prototyping-for-mobile-apps>>.
- [11] Apple. *iBeacon* [en línia]. Consulta: març del 2017. Disponible a: <<https://developer.apple.com/ibeacon>>.
- [12] Unbounce. *What is a Landing Page?* [en línia]. Consulta: març del 2017. Disponible a: <<https://unbounce.com/landing-page-articles/what-is-a-landing-page>>.
- [13] Pat Flynn (Flynnindustries, 2015). *6 Ways to Validate a Product Idea Before You Waste Your Time and Money* [en línia]. Consulta: març del 2017. Disponible a: <<https://www.smartpassiveincome.com/product-idea-validation>>.
- [14] Linda Gaines i Jennifer Dunn (Argonne National Laboratory, 2015). *Lithium-Ion Battery: Production and Recycling Materials Issues*, pàgines 13-35 [en línia]. Consulta: abril del 2017. Disponible a: <https://energy.gov/sites/prod/files/2015/06/f23/es229_gaines_2015_o.pdf>.
- [15] EuroTech Universities Alliance (2017). *European Venture Programme* [en línia]. Consulta: abril del 2017. Disponible a: <<http://eurotech-universities.eu/european-venture-programme>>.

17.2. Bibliografia consultada

17.2.1. Blogs, fòrums, wikis, tutorials i altres

1. Cooking Hacks. *3G/GPRS shield over Arduino and Raspberry Pi* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a: <<https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/3g-gps-shield-arduino-raspberry-pi-tutorial>>.
2. Suzanne Smiley (RFIDinsider). *GPS & Active RFID: What Are The Top Differences?* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:

- <<http://blog.atlasrfidstore.com/gps-active-rfid-what-are-the-top-differences>>.
3. Comunidad Internacional de Electrónicos. *Cómo hacer un localizador GPS o GSM* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<<http://www.forosdeelectronica.com/f22/hacer-localizador-gps-gsm-6173>>.
 4. Wikipedia. *Location-based service* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Location-based_service>.
 5. The Things Network. *Location by triangulation* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<<http://forum.thethingsnetwork.org/t/location-by-triangulation/435>>.
 6. Wikipedia. *Trilateration* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Trilateration>>.
 7. Wikipedia. *Mobile phone tracking* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Mobile_phone_tracking>.
 8. YouTube. *Small(s) GPS* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a:
<https://www.youtube.com/watch?v=qOs_LC-ObDo&app=desktop>.
 9. Patrick Thibodeau (Computerworld). *A wireless network for gadgets set to arrive in San Francisco* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://www.computerworld.com/article/2489676/internet/a-wireless-network-for-gadgets-set-to-arrive-in-san-francisco.html>>.
 10. Forrest Stroud (Webopedia). *Beacon* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://www.webopedia.com/TERM/B/beacon.html>>.
 11. Alan Henry (Lifehacker). *Build Your Own GPS Car Tracking System* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://lifehacker.com/build-your-own-gps-car-tracking-system-1476721470>>.
 12. Securame. *Como instalar y configurar un localizador de GPS: Configuración básica por SMS* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://www.securamente.com/como-instalar-y-configurar-un-localizador-de-gps-configuracion-basica-por-sms>>.
 13. Boris Landoni (Open-Electronics). *Localizer with SIM908 module* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://www.open-electronics.org/localizer-with-sim908-module>>.
 14. Cooking Hacks. *Geolocation Tracker (GPRS + GPS) with SIM908 over Arduino and Raspberry Pi* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/geolocation-tracker-gprs-gps-geoposition-sim908-arduino-raspberry-pi>>.
 15. Arduino. *Arduino Products* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>>.
 16. LoRa. *LoRa Alliance™ Technology* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<https://www.lora-alliance.org/What-Is-LoRa/Technology>>.

17. Adafruit. *Lithium Ion Polymer Battery - 3.7v 500mAh* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a: <<https://www.adafruit.com/product/1578>>.
18. TrackR. *Crowd GPS* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.thetrackr.com/blog/crowd-gps/how-many-people-are-needed-for-crowd-gps-coverage>>.
19. Gadget Flow. *LightBug – World’s Smallest GPS Tracker* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://thegadgetflow.com/portfolio/lightbug-worlds-smallest-gps-tracker>>.
20. Mario Armstrong (Today.com). *Where’s the remote? 5 best tracking devices to find lost items* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://www.today.com/money/lost-found-5-best-tracking-devices-find-misplaced-items-1D79862951>>.
21. Open GPS Tracker. *How to build the Open GPS Tracker* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://www.opengpstracker.org/build.html>>.
22. SigFox. *Sigfox vs traditional mobile company?* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://ask.sigfox.com/questions/602/sigfox-vs-traditional-mobile-company.html#answer-626>>.
23. Danielle (Lost Pet Research). *GPS versus Radio-Tracking: pros and cons for finding cats* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://lostpetresearch.com/2011/01/gps-versus-radio-tracking-pros-and-cons-for-finding-cats>>.
24. Danielle (Lost Pet Research). *Comparison of Dog GPS Trackers* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://lostpetresearch.com/2012/11/comparison-of-dog-gps-trackers>>.
25. AGPS. *Sistemas de localización* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.agps.es/sistemas-de-localizacion>>.
26. Anya Jones (Flipboard). *Top 10 best smart luggage tracker devices reviews 2017* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://flipboard.com/@anyajones2014/top-10-best-smart-luggage-tracker-device-reviews-2016-5khet719y>>.
27. Orlando Martínez Hernández (Monografias.com). *Tecnologías GSM, CDMA, TDMA, GPRS, EDGE, UMTS* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://m.monografias.com/trabajos75/tecnologias-gsm-cdma-tdma-gprs/tecnologias-gsm-cdma-tdma-gprs2.shtml>>.
28. PIC-Microcontroller.com. *Localizer with SIM908 module using PIC18LF6722* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://pic-microcontroller.com/localizer-with-sim908-module-using-pic18lf6722>>.
29. HobbyKing.com. *Rastreador GPS RF V16* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:

<<https://translate.google.es/translate?hl=ca&sl=ru&tl=ca&u=http%3A%2F%2Fforum.rcdesign.ru%2Ff90%2Fthread348092-16.html>>.

30. Microchip. *PIC18F6722* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F6722>>.
31. GPS.gov. *GPS Accuracy* [en línia]. Consulta: febrer del 2017. Disponible a: <<http://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy>>.

17.2.2. Mòdul de comunicacions

32. M2Mcom. *SIM908* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://www.simcom.eu/index.php?m=termekek&prime=1&sub=41&id=0000000228&page=1>>.
33. Cetronic. *Mòdul GSM/GPRS/GPS Lonet para arduino* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=151346022&cPath=1342&gclid=CLyB3bml7s0CFRUTGwodzsABYQ>>.
34. Cooking Hacks. *GPRS+GPS Quadband Module* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<https://www.cooking-hacks.com/gprs-gps-quadband-module-for-arduino-sim908>>.
35. SIMCom Wireless Solutions. *SIM800* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://simcomm2m.com/En/module/detail.aspx?id=138>>.
36. Vladimír Šeděnka (blog). *SIM800L* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <http://sedenka.eu/?page_id=1609>.
37. u-blox. *Standard Precision GNSS Modules* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<https://www.u-blox.com/en/standard-precision-gnss>>.
38. Farnell. *Maestro wireless solutions A2200A* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://es.farnell.com/maestro-wireless-solutions/a2200a/m-dulo-gps-rom-based-mini-outline/dp/2281694>>.
39. Farnell. *NVS Technologies NV08C-CSM* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://es.farnell.com/webapp/wcs/stores/servlet/Search?pageSize=100&st=gnss&catalogId=15001&categoryId=700000005575&langId=-5&storeId=10176>>.
40. RS. *Mòdul GPS Adafruit industries 746* [en línia]. Consulta: abril del 2016. Disponible a: <<http://es.rs-online.com/web/p/modulos-gps/9054630>>.
41. Alibaba. *SIM800C GPRS* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a: <<https://spanish.alibaba.com/p-detail/ic-chips-sim800c-gprs-60404820230.html>>.

42. TD next. *1205P* [en línia]. Consulta: maig del 2016. Disponible a:
<<http://rfmodules.td-next.com/modules/td1205p>>.
43. Electrodragon. *SIM808 Dev. Board (GSM+GPRS+GPS, Replacing SIM908)* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<http://www.electrodragon.com/product/sim808-dev-board-gsmgprsgps-replacing-sim908/#prettyPhoto>>.
44. Adafruit. *808 - Mini Cellular GSM + GPS Breakout* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.adafruit.com/product/2542>>.

17.2.3. App

45. Omise. *Payments for businesses big and small* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <www.omise.co>.
46. YeePLY. *Desarrollo de apps y webs a medida* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <www.yeeply.com>.
47. GitHub. *This is arduino and eagle files for the HidnSeek GPS tracker that use SIGFOX network* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://github.com/hidnseek/hidnseek>>.
48. InVision. *The world's leading prototyping, collaboration & workflow platform* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.invisionapp.com>>.
49. Upwork. *Mobile dev masters* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.upwork.com/cat/mobile-developers>>.
50. Traccar. *Open Source GPS Tracking Platform* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.traccar.org>>.

17.2.4. Empreses que venen localitzadors, segons la tecnologia de localització

17.2.4.1. GPS

51. Gurtam. *GPS-Trace* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<<https://gurtam.com/es/gps-trace-orange>>.
52. TiendaEspiaBarcelona. *Localizador GPS portátil* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:
<<http://www.tiendaespiabarcelona.net/localizador-gps/26-localizador-gps-port%C3%A1til.html>>.
53. Amazon. *Localizador TK102B* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a:

- <https://www.amazon.es/LOCALIZADOR-TK102B-TRACKER-RASTREADOR-ANTIRROBO/dp/B00ENG4IW8?ie=UTF8&creative=24526&creativeASIN=B00ENG4IW8&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt=&linkCode=df0&ref_=asc_df_B00ENG4IW835037803&tag=googshopes-21>.
54. LightBug. *Tiny GPS Tracker & App. Powered by sunshine* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://thelightbug.com>>.
 55. Reachfar. *Wireless Communication Solutions for a Smarter World* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://en.rf-gsm.com>>.
 56. Espiamos. *La tienda del espía física y online* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://www.espiamos.com/localizadores-gps>>.
 57. AiRISTA Flow. *Real-Time Location System (RTLS) solutions* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.airistaflow.com>>.
 58. Dondo. *Localizador GPS para perros* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://dondo.es>>.
 59. CarLock. *Advanced real time car tracking & alert system* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.carlock.co>>.
 60. Cyclingboom. *Bike theft deterrence initiative* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://cyclingboom.com>>.
 61. Whistle. *For Smarter Pet People* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://www.whistle.com>>.
 62. HidnSeek. *Tracking your assets* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.hidnseek.fr>>.
 63. Pod Trackers. *Track what matters most to you* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.podtrackers.com>>.
 64. Petsimpl. *Pet Tracking Just Got Simpler* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://petsimpl.com>>.
 65. Nuzzle. *Stylish, Durable GPS collars for dogs and cats* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://hellonuzzle.com>>.
 66. Findster. *The first GPS Pet Tracker without Monthly Fees!* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://getfindster.com>>.
 67. Tractive. *Dispositivo de localización gps para perros, gatos y otras mascotas* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://tractive.com/es>>.
 68. CatTrack. *Projects for cats and pets* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <http://www.mr-lee-catcam.de/pe_cc_o2_en.htm>.
 69. Pawtrack. *GPS cat tracking* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://pawtrack.com>>.
 70. Mapit. *El localizador GPS para moto* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.mapit.me/es>>.

71. Smart Tracker. *Track anything, anytime, anywhere* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.smart-tracker.ch>>.
72. Treq. *Track anything, anytime, anywhere* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.treq.io>>.
73. Spybike. *Anti-theft GPS tracking devices for Bicycles* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.spybike.com>>.
74. Murata. *GSM/GPS vehicular* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.murata.com.ar/GPS-GSM>>.
75. Gosi. *El collar inteligente para tu mascota* [en línia]. Consulta: abril del 2017. Disponible a: <<https://gosi.es>>.

17.2.4.2. Bluetooth

76. TrackR. *Find lost items in seconds* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.thetrackr.com>>.
77. Tile. *The world's thinnest Bluetooth tracker* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.thetileapp.com>>.
78. Recode. *Which Is Better, Tile or TrackR* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=k61fyrlrItE&ebc=ANyPxKoFuZO_fQNAQRZBWngGIkLFwhNfMvzsgVDdSNN6R8vXhjDT-9SIFV98rhFErijhna6vEtsVVvGDulBewEnFPdtekoJXOw>.
79. StickNFind. *Indoor location* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.sticknfind.com>>.
80. Protag. *Peace of Mind on the Go* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://theprotag.com/product/duet>>.
81. MYNT. *No lost, all found, control everything* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://mynt.slightech.com>>.
82. Chipolo. *A simple device that connects your belongings to the Chipolo app on your phone and helps you find them* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://chipolo.net>>.
83. Creaker. *Smart Wireless MyTag Alarm Reminder* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.amazon.com/gp/product/B00VV32FE4?camp=1789&creativeASIN=B00VV32FE4&ie=UTF8&linkCode=xm2&tag=lugtrack-20>>.
84. Nut. *Search For Lost Items* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.nutfind.com>>.

85. LOC8ING. *Provides peace of mind to the busy business traveller* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://loc8ing.com>>.
86. Trouver. *Track your children, car, handbag, phone, anything* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://trouver.io>>.
87. Lapa. *Find anything that matters, from keys to phone* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://findlapa.com>>.
88. Tintag. *The First Rechargeable Item Tracker* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<http://www.thetintag.com>>.

17.2.4.3. Radiofreqüència

89. Loc8tor. *Helping you find, protect and track everything that's important* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://www.loc8tor.com/uk>>.
90. Tabcat. *The world's most effective cat tracker* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<http://mytabcat.com>>.
91. Click n' Dig. *Tired of losing things? We have the solution* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://clickndig.com>>.

17.2.4.4. Xarxa GSM

92. Trakdot. *Track your luggage while traveling* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://www.trakdot.com/es>>.
93. LugLoc. *Keep track of your luggage* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a: <<https://lugloc.com>>.

17.2.5. Crowdfunding campaigns

94. Kickstarter. *Remote GPS Tracking* [en línia]. Consulta: març del 2016. Disponible a: <https://www.kickstarter.com/projects/385904042/remote-gps-tracking?ref=nav_search>.
95. Kickstarter. *HidnSeek* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.kickstarter.com/projects/837229404/hidnseekthe-revolutionary-gps-tracking-device/comments>>.
96. Indiegogo. *Retrievor* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a: <<https://www.indiegogo.com/projects/retrievor-self-charging-gps-tracking#>>.

97. Kickstarter. *LightBug* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<https://www.kickstarter.com/projects/1220510110/lightbug-cut-the-chase-never-lose-anything-or-anything?ref=nav_search>.
98. Indiegogo. *iKON* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/ikon-the-best-tracking-device-with-a-smart-button#>>.
99. Indiegogo. *Locca* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/loccamini-loccaphone-the-smallest-gps-locators#>>.
100. Indiegogo. *Wuvo* [en línia]. Consulta: juny del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/wuvo-spot-the-global-lost-found-tracker#>>.
101. Indiegogo. *Nuzzle* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/nuzzle-the-smartest-pet-collar-with-no-fees#>>.
102. Indiegogo. *Findster* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/findster-the-gps-tracker-free-of-monthly-fees-dogs-kids#>>.
103. Indiegogo. *Smart Tracker* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<<https://www.indiegogo.com/projects/smart-tracker-2-track-anything-anytime-anywhere#>>.
104. Kickstarter. *MK INT'L* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<https://www.kickstarter.com/projects/46756329/the-most-advanced-and-powerful-gps-tracker-for-you?ref=nav_search>.
105. Kickstarter. *Treq* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<https://www.kickstarter.com/projects/988425606/worlds-best-live-tracker-for-runners?ref=nav_search>.
106. Kickstarter. *ioTracker* [en línia]. Consulta: juliol del 2016. Disponible a:
<https://www.kickstarter.com/projects/1206002878/iotracker-tracking-without-the-hassle-of-charging?ref=nav_search>.
107. Kickstarter. *Gosi* [en línia]. Consulta: abril del 2017. Disponible a:
<https://www.kickstarter.com/projects/gosi/gosi-welcome-to-the-new-era-of-pet-care?ref=nav_search>.
108. Kickstarter. *Magpie* [en línia]. Consulta: juny del 2017. Disponible a:
<<https://www.kickstarter.com/projects/1851162219/magpie-the-smartest-truly-global-gps-tracker-around?ref=popular>>.