

Disseny i construcció d'un mirall intel·ligent



“There is beauty when something works and it works intuitively”

Jonathan Ive

Agraïments

En primer lloc volem agrair al nostre tutor del treball, el professor Toni Aparicio, tot el suport i dedicació que ha invertit en nosaltres, així com les hores que ha dedicat al nostre projecte.

Volem agrair també a l'enginyer i cap d'HP Alan Lobban la seva ajuda en les qüestions tècniques i per haver-nos cedit material que utilitzarem en aquest projecte.

Tampoc ens volem oblidar de donar les gràcies al fuster Jesús Sancho de Cristalería Sancho a Tauste, Saragossa, pel servei i ajuda que ens ha proporcionat.

Per acabar, també volem agrair el suport de les nostres famílies així com el de totes les persones que ens han mostrat el seu reconeixement i interès pel nostre projecte.

Índex

1.	Introducció	1
1.1.	Motivacions.....	1
1.2.	Hipòtesi de treball i objectius	2
1.3.	Metodologia de treball.....	3
2.	Marc teòric.....	5
2.1.	Internet de les coses.....	5
2.1.1.	Avantatges de la Internet de les coses	7
2.1.2.	Inconvenients de la Internet de les coses	10
2.1.3.	El Big Data.....	11
2.2.	Smart Mirror.....	13
2.2.1.	Antecedents.....	13
2.2.2.	Concepte	14
2.2.3.	Hardware i software	16
2.3.	Interfícies	17
2.4.	El reflectasol	20
3.	Part pràctica.....	24
3.1.	Plantejament.....	24
3.2.	Control i interacció	25
3.2.1.	Tàctil.....	25
3.2.2.	Per joystick	27
3.2.3.	Comandaments de veu.....	28
3.2.4.	Sensor de gestos.....	29
3.2.5.	Tipus de control escollit	31
3.3.	Placa controladora.....	31
3.4.	Pantalla.....	33
3.4.1.	Primeres proves.....	33
3.4.2.	Opció de pantalla tàctil.....	33
3.4.3.	Opció de pantalla no tàctil.....	33
3.4.4.	Tipus de pantalla escollida.....	34

3.5.	Efecte reflectasol	35
3.5.1.	Film.....	35
3.5.2.	Cristall reflectasol	37
3.6.	Disseny i muntatge de l'estructura	38
3.7.	Disseny de la interfície.....	41
3.7.1.	Tipografia.....	41
3.7.2.	Distribució dels elements a la pantalla	42
3.8.	Creació del sistema operatiu.....	43
3.8.1.	Plantejament inicial.....	43
3.8.2.	Entorn de programació	44
3.9.	Instal·lació del sistema operatiu a la Raspberry Pi.....	54
4.	Conclusions	56
4.1.	Validació dels objectius i verificació de la hipòtesi	56
4.2.	Valoració personal	59
4.3.	Propostes de continuïtat	59
5.	Relació de fonts d'informació consultades	61
6.	Annexos.....	64
	Annex 1. Descripció dels diferents tipus de sensors de presència / moviment.....	64
	Annex 2: Conversa informativa amb TwoWayMirror.....	65
	Annex 3. Conversa amb l'enginyer Alan Lobban	67
	Annex 4. Detall dels prototipus d'unió de la carcassa	68
	Annex 5. Característiques dels models de Raspberry	70
	Annex 6: Llistat del codi desenvolupat.....	71
	Annex 7. Llistat de comandaments orals	81
	Annex 8: Pressupost	85

1. Introducció

1.1. Motivacions

Des de fa anys, fins i tot abans de començar l'educació secundària, als tres membres del grup ens han interessat molt tots els temes relacionats amb la tecnologia. Hem compartit moltes hores de conversa i de debat sobre qualsevol assumpte, producte o notícia que sortia als mitjans de comunicació dins de l'àmbit de la tecnologia.

El darrer any abans de començar aquest projecte, vam formar part (durant tot el curs) del mateix grup de l'assignatura d'informàtica (i de fet, el tutor del nostre treball, n'era el professor). També ens vam presentar com a equip a un concurs de programació que organitzava l'empresa Hewlett-Packard (HP), i vam preparar-nos aprenent a programar en llenguatge Python. Tot això ens va permetre conèixer-nos millor, saber els nostres punts febles i les nostres fortaleeses com a grup.



Imatge 1. Els components del grup competint a les HP Code Wars 2017

Teníem clar, doncs, que el nostre projecte giraria al voltant de la tecnologia. Primer de tot, vam fer una pluja d'idees de temes per realitzar, i ens vam fixar el termini d'una setmana per reunir-nos i explicar-nos les nostres propostes. Un cop exposats els temes de cadascú i descartats els temes massa simples o bé impossibles de realitzar, vam veure que molts dels temes que havíem pensat utilitzaven una placa controladora. Això va facilitar la decisió final, ja que en cas que el nostre projecte fos irrealitzable, podíem realitzar-ne un altre utilitzant la mateixa placa controladora.

Finalment, dins els temes finals seleccionats i després de que cadascú optés per un tema diferent, ens vam decantar per crear un mirall intel·ligent, ja que, a part de ser un dispositiu molt poc comú, futurista, innovador i potencialment molt atractiu, implica fer el desenvolupament i programació d'un sistema operatiu per poder funcionar. Això ens obria un gran ventall de possibilitats creatives per a imaginar i implantar.

1.2. Hipòtesi de treball i objectius

Donat que aquest treball consisteix en la creació real d'un prototip, la hipòtesi consistirà en enunciar la proposta de projecte per a després poder validar si s'ha pogut dur a terme o no. Així doncs, la hipòtesi és la següent: Uns alumnes de batxillerat són capaços de dissenyar i construir un mirall intel·ligent totalment funcional i amb un sistema operatiu propi.

Per poder validar la hipòtesi s'establiran un seguit d'objectius de treball, que posteriorment seran també valorats. Són els següents:

- Explorar i estudiar les aplicacions vinculades al concepte de la Internet de les coses¹ i les seves aplicacions.
- Estudiar les possibilitats i el funcionament dels miralls intel·ligents

¹ Normalment en el món tecnològic es fa servir l'anglicisme *Internet of things* o el seu acrònim IoT

- Dissenyar i construir una estructura de suport pel dispositiu que s'ajusti a criteris de cost, dimensions, estètics, sostenibilitat, i funcionals.
- Dissenyar el software necessari per a que actuï com a un sistema operatiu amb una interfície d'usuari que respongui a criteris estètics, d'usabilitat i funcionalitat.
- Explorar el mercat de plaques controladores i triar la que millor s'ajusti als criteris de treball. Per tal de poder fer funcionar el nostre sistema operatiu, necessitem una placa base o xip que ens permeti emmagatzemar i reproduir les ordres que prèviament hem programat. Aquest dispositiu ens permetrà introduir la part de software en el nostre projecte.
- Aconseguir un mirall que permeti transparentar només el contingut desitjat sense que s'alterin les seves propietats reflectores. És a dir, ha de reflectir la llum que prové de l'exterior del mirall, però també ha de deixar penetrar la llum blanca que prové de la seva cara contrària.

1.3. Metodologia de treball

L'estructura de treball es pot dividir en dos grans blocs, que corresponen al marc teòric, que serà previ a la pràctica i on exposarem tots els conceptes i coneixements teòrics que hem de saber per després procedir a construir el mirall, i el marc pràctic, on relatarem totes les etapes que seguirem per dissenyar i construir físicament el mirall intel·ligent.

Començarem fent una introducció general a la Internet de les coses, terme que engloba, entre altres dispositius, els miralls intel·ligents, per després procedir a una explicació teòrica de tots els elements que utilitzarem per al projecte.

Cada apartat a realitzar serà subordinat principalment a un membre del grup, tenint en compte els seus coneixements i el nivell tècnic per a realitzar-lo, per després posar-lo en comú amb la resta. D'aquesta manera, es vol garantir una optimització en la eficiència a l'hora

de treballar i una millora en els resultats finals, ja que cadascú s'especialitzarà en la seva part del procés.



Imatge 2. Un dels membres del grup explicant la seva part durant una reunió

Per documentar la part teòrica, es realitzarà una recerca fent servir estudis tècnics, articles acadèmics i informació tècnica de fabricants. Pel tipus de temàtica, serà difícil trobar llibres de referència.

A la part pràctica es treballaran per separat la part corresponent a la construcció de l'estructura i la disposició física de tots els elements, i la programació del software del sistema operatiu del mirall. Aquests dos processos es volen realitzar, si és possible, de manera simultània ja que, en principi, no depenen l'un de l'altre.

2. Marc teòric

2.1. Internet de les coses

Aquest terme comença a ser utilitzat a partir de la revolució que va suposar l'aparició de la xarxa Internet. Com afirma Samuel Greengard (2015), el concepte Internet de les coses fa referència a les "coses" o "objectes" que estan connectades a Internet. El terme va ser utilitzat públicament per primer cop per l'enginyer britànic Kevin Ashton l'any 1999, tot i que, com ell reconeix, ja existia anteriorment. Es tracta d'un concepte nascut a l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT) per referir-se a la incorporació d'interconnexions en objectes quotidians i l'ús de la xarxa per tal d'obtenir i transformar dades de tals objectes amb la finalitat de que puguin ser d'utilitat a l'ésser humà. La Internet de les coses promet una revolució en la interacció de les persones amb els objectes en la seva vida quotidiana.

Així doncs, la Internet de les coses esdevé la digitalització del món físic, en el que els nous dispositius (generalment electrodomèstics) ja venen de fàbrica amb una nova tecnologia que permet la connexió a Internet, i amb l'ús de sensors que monitoritzen l'activitat del dispositiu i n'extreuen dades que poden ser d'utilitat pel consumidor.

Francis Ortiz, CEO de Crea Solutions, empresa de consultoria integral tecnològica, afirma que la Internet de les coses consisteix en dotar de coneixement del seu propi estat a qualsevol objecte, com per exemple la localització (altura, velocitat, ubicació...), el seu funcionament (identificació de qualsevol error, nivell de bateria) i la integració amb la xarxa per comunicar-se amb altres sistemes i fer-ne ús de la informació recopilada (Tatay, 2017).

Tres possibles exemples, segons Samsung (2017), de futures possibles aplicacions de la Internet de les coses en la vida quotidiana serien:

- Una cafetera que et prepara un cafè doble, just a l'hora d'aixecar-te perquè sap que no has passat una bona nit.

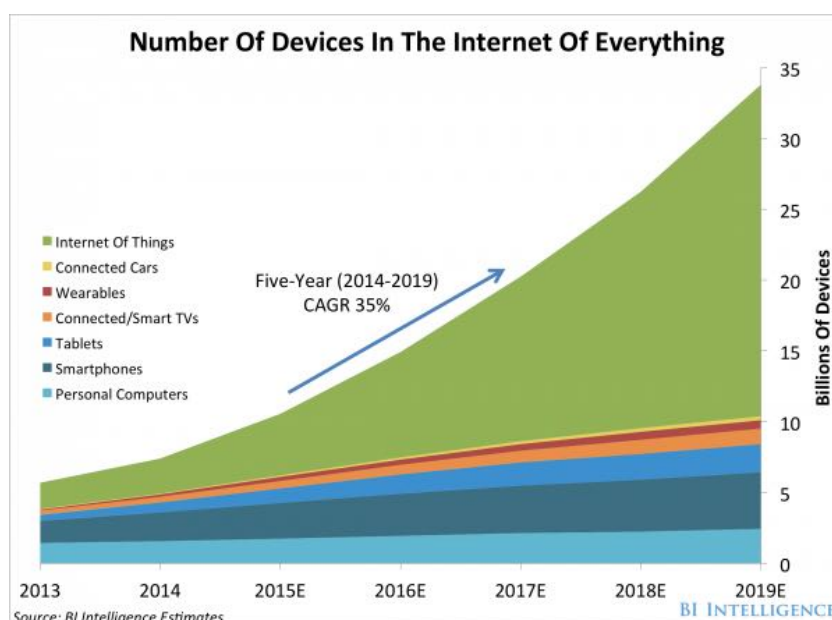
- Un sensor que, al detectar un augment d'humitat en les canonades, t'avisarà d'una possible ruptura en la instal·lació.

- Un frigorífic que t'avisarà de que un aliment està caducat quan l'agafes.

Des de Samsung es conclou que “La Internet de les coses de Samsung és una realitat”, fet que posa en relleu la importància que les grans empreses tecnològiques donen a les possibilitats que ofereix, obrint-se noves línies de negoci.

La Internet de les coses està encaminada a ser una transformació en pràcticament tots els sectors industrials. De fet la consultora estatunidenca Gartner calcula que l'any 2020, la integració de la Internet de les coses generarà uns beneficis que superaran els 300 bilions de dòlars americans (Stanford, 2016).

Com es pot apreciar en el següent gràfic, el creixement del número de dispositius associats a la Internet de les coses és de tipus exponencial.



Imatge 3. Nombre de dispositius dins la Internet de les coses - BI Intelligence Estimates.

2.1.1. Avantatges de la Internet de les coses

Els beneficis de la implantació d'aquest nou tipus de tecnologia es concreten principalment en tres àmbits: El sector de l'automòbil, el sector dels electrodomèstics o elements per a la llar i el sector industrial.

En el sector de l'automòbil, aquesta revolució ja és una realitat des de fa anys. En els vehicles moderns podem trobar molts exemples de l'ús de la Internet de les coses. Les companyies d'automoció fa temps que integren elements electrònics i de computació als vehicles per tal d'augmentar-ne la seguretat, la eficiència i per a presentar models amb novetats electròniques en un moment en que la mecànica del cotxe ha arribat a un punt on és difícil poder aportar grans novetats. Les grans millores que podem trobar avui en dia en els cotxes, van encaminades a l'automatització de processos per part del propi vehicle, com aparcar sol, regular electrònicament la velocitat màxima, detectar si el conductor està cansat o adormit, detectar mitjançant la interconnexió en massa d'automòbils si a la ruta a realitzar hi ha molt tràfic...



Imatge 4. Interior d'un automòbil de la marca Tesla que pot aparcar i conduir sol².

Avui en dia hi ha habitatges que compten amb sensors de climatització, d'il·luminació, alarmes antirobatori, sensors que detecten fugues de gas... En el sector dels electrodomèstics

² Segons la web oficial, està subjecte a les regulacions jurídiques de cada estat.

ja n'hi ha molts que incorporen aquesta nova tecnologia. De fet, la marca d'electrodomèstics LG, té una gamma de productes anomenada LG SmartThinQ que inclou rentadores, rentaplats i frigorífics (entre d'altres) amb la principal característica que es controlen des d'una aplicació mòbil.



Imatge 5. Dos electrodomèstics de la sèrie SmartThinQ, de la marca LG

Un altra aplicació de la Internet de les coses per a usos domèstics, és el que proporciona l'empresa Riitolabs. Es tracta d'una empresa que ha creat un sistema per informar-te en qualsevol hora de l'estat i les possibles incidències de la teva piscina. Per fer-ho s'instal·len uns sensors flotants que, determinaran la qualitat de l'aigua i informaran en temps real per mitjà d'una aplicació mòbil.



Imatge 6. A la imatge publicitària es pot veure el sensor flotant de la marca Riitolabs

Per altra banda, l'empresa de distribució Amazon ha creat un dispositiu domèstic consistent en un assistent de veu, que escolta les teves ordres i les processa per realitzar accions. Aquest dispositiu també pot ser utilitzat per controlar diversos electrodomèstics, com per exemple l'aire condicionat, sempre que sigui compatible.



Imatge 7. Alexa. Assistent personal de l'empresa Amazon.

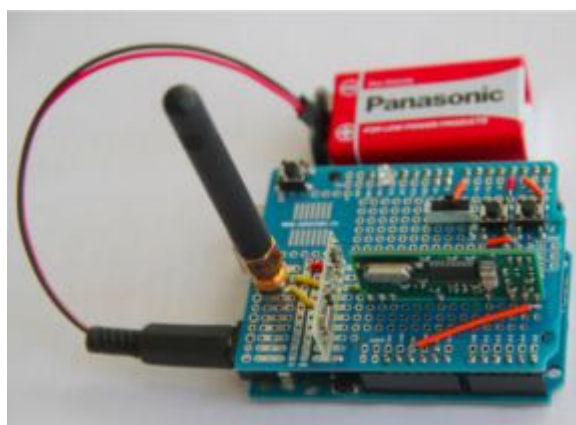
Quan es parla de la integració d'aquesta nova tecnologia en el sector industrial, s'utilitza el terme IIoT (Industrial Internet of Things). En els processos industrials, la Internet de les coses serveix principalment per optimitzar els processos de producció i el seu corresponent control. La seva implementació produirà grans estalvis i una millora en l'eficiència dels processos productius. A part, amb aquesta implementació, les màquines poden ser capaces d'interpretar dades i adaptar-se en el transcurs de la producció a situacions noves i canviants.

Una altra implementació en el sector industrial és la capacitat de que una màquina identifiqui automàticament una avaria o error i ho notifiqui a la secció de manteniment.

Les principals empreses que han aplicat la internet de les coses a nivell industrial es troben a Alemanya, ja que és un país on l'estat manté una gran aposta per el desenvolupament del sector industrial. Així doncs, aquestes empreses han creat un terme, "Industry 4.0", per referir-se a un nou concepte de fàbriques, les *smart factories*, capaces d'adaptar-se a les necessitats i automatitzar els processos de producció mitjançant l'IIoT.

2.1.2. Inconvenients de la Internet de les coses

L'aplicació i ús de les novetats associades a la Internet de les coses comporta una sèrie de possibles riscos que s'hauran de tenir en compte. Els principals es centren en la possible pèrdua del control i de la privacitat dels usuaris. Tal com s'ha explicat abans, la idea principal de la Internet de les coses, és a dir el "tot connectat", també significa "tot vulnerable a ser atacat". Així doncs, si tenim una nevera connectada a la xarxa, tenim un element amb possibilitat de ser interferit i controlat per mitjans externs. De fet, en un article publicat l'any 2016 a la revista Wired, es relata que un grup d'investigadors de la Universitat de Birmingham va trobar una vulnerabilitat informàtica en vehicles Volkswagen amb la qual, un ciberdelinqüent pot entrar i arrancar el vehicle sense necessitat de tenir la clau. Només necessita una placa Arduino (Greenberg, A., 2016, Wired).



Imatge 8. Placa Arduino utilitzada per intervenir les comunicacions del vehicle.

L'article afegix que aquest error pot afectar a més de 100 milions dels seus cotxes, i que es troba a pràcticament cada vehicle de la marca construït des del 1995. De fet, la senzillesa de l'operativa dels atacs resulta sorprenent. Per exemple, dos espanyols, de nom Javier Vázquez-Vidal i Alberto García, han creat un dispositiu que permet piratejar un cotxe en tan sols 5 minuts i controlar-lo a través de Bluetooth (ABC, 2014). També hi ha casos encara més extrems, com el de dos hackers³ estatunidencs, Charlie Miller i Chris Valasek, que treballant a càrrec del Pentàgon, han aconseguit interferir el control d'un cotxe i manejar-lo des d'un controlador d'una antiga consola Nintendo (NES) (Kleinman, Z. , BBC , 2013).

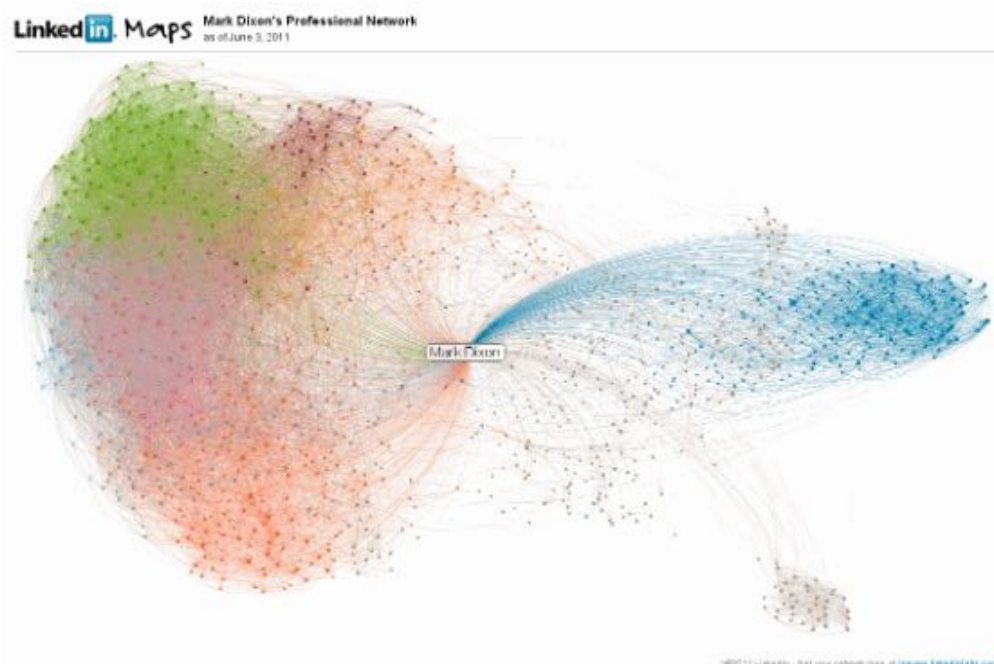
³ Anglisme usat en el món informàtic per referir-se a la persona amb grans coneixements informàtics que es dedica a accedir il·legalment a sistemes informàtics aliens.



Imatge 9. Controlador de la NES, pot ser utilitzat per interferir un vehicle.

2.1.3. El Big Data

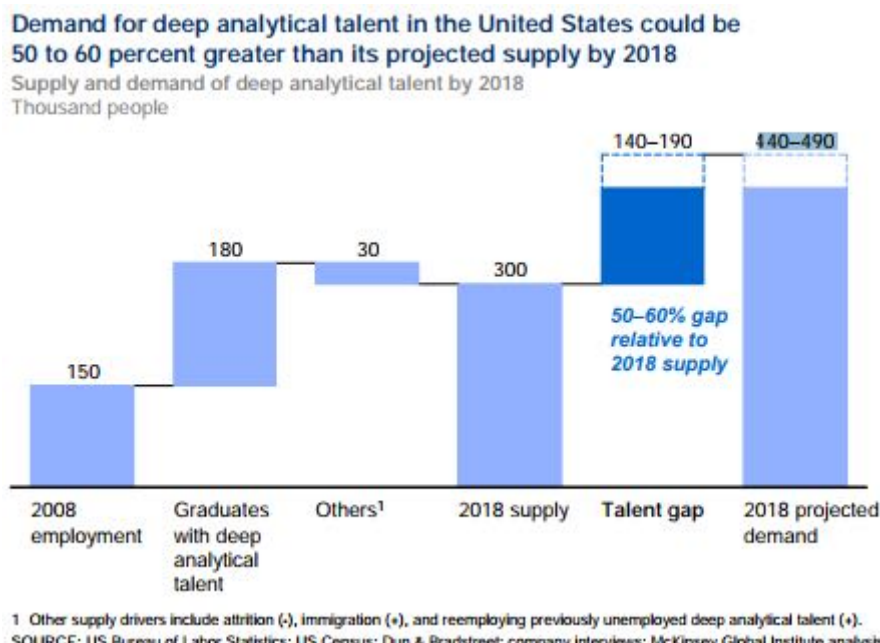
El desenvolupament de les tecnologies associades a la Internet de les coses comporta la existència de multitud de sensors i una recopilació massiva de dades. Aquest ingent volum de dades es vincula també a les possibilitats de treballar amb el que es coneix com a Big Data. El Big Data (Dades Massives en català), és un concepte sorgit a partir de la massificació de l'ús d'Internet i de l'existència de pàgines web amb un gran volum d'usuaris que intercanvien informació. Aquestes dades es poden recopilar de forma massiva per poder fer-ne la seva posterior gestió i interpretació, a fi d'analitzar el comportament que els usuaris realitzen i extreure'n informació d'utilitat. Per exemple, cada vegada que busquem un producte o realitzem una compra a l'empresa de comerç electrònic Amazon, l'empresa guarda aquestes dades per analitzar-les i identificar quins son els productes més venuts o mes desitjats, així com per establir un perfil per a cada comprador i recomanar-li productes similars.



Imatge 10. Mapa de les interconnexions entre contactes d'un usuari de LinkedIn.

De fet, aquest fenomen ha provocat que les empreses s'hagin vist necessitades d'un nou perfil de treballador, anomenat científic de dades⁴. Un científic de dades és un professional expert en l'anàlisi i interpretació de grans bases de dades. Avui en dia és un perfil molt sol·licitat per les grans empreses de tecnologia. De fet, segons un informe (McKinsey, 2011), es preveu que per a l'any 2018, siguin necessaris entre 440.000 i 490.000 perfils de treballadors experts en anàlisi de dades massives. Aquest tècnic de dades s'haurà d'encarregar d'interpretar les dades recopilades sobre el comportament dels usuaris en relació a l'objectiu a estudiar. Finalment, haurà de poder extreure conclusions per modificar, optimitzar i millorar la forma en que actua l'empresa en relació amb els seus clients.

⁴ En anglès, Data Scientist



Imatge 11. McKinsey, Previsió de demanda de perfils de tècnics de dades.

La gran demanda prevista per aquestes noves feines en el sector tecnològic, no concorda amb l’oferta laboral del mercat, que s’explica principalment pel fet que el perfil a ocupar ha de tenir grans coneixements d’estadística (que normalment un programador no té) i coneixements avançats de programació (que normalment una persona formada en estadística no té).

No cal dir que l’ús d’aquestes dades obre un interessant i necessari debat sobre l’ètica i l’ús d’aquestes informacions, que no serà objecte d’estudi en aquest treball.

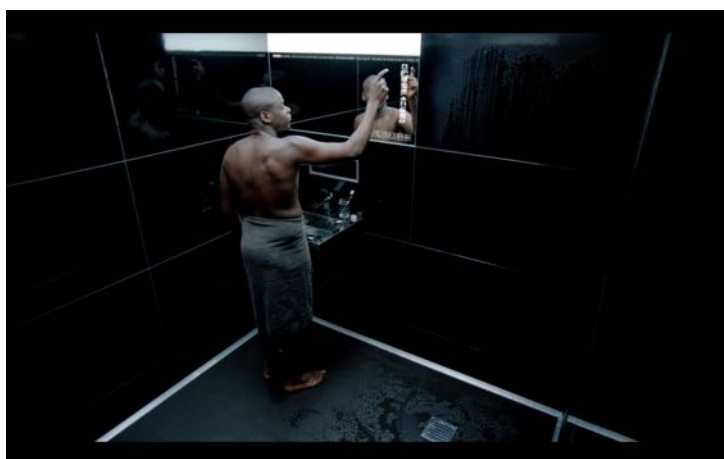
2.2. Smart Mirror⁵

2.2.1. Antecedents

El cinema i les sèries de televisió ja fa temps que van anticipar la idea del mirall intel·ligent. Fa uns anys els guionistes imaginaven un futur amb cotxes voladors, aparells de teletransportació o joguines que qualsevol voldria tenir, com el patinet volador de la pel·lícula

⁵ Mirall intel·ligent en anglès. Donada la popularitat de l’anglicisme, en aquest treball es faran servir els dos termes indistintament

"Retorn al futur 2". Actualment, la percepció dels guionistes és lleugerament diferent. Sèries com "Black Mirror" plantegen escenaris de futur propers on la tecnologia s'integra amb l'ésser humà. Per exemple en el segon capítol de la primera temporada d'aquesta sèrie. tothom viu en una petita habitació plena de pantalles on també hi ha un mirall intel·ligent, amb el que pot controlar des de la música que vol reproduir fins a la quantitat de pasta dentífrica que vol utilitzar. A la segona pel·lícula de la sèrie "Iron Man" també apareix un smart mirror en una escena.



Imatge 12. Escena del 2n capítol de la 1a temporada on apareix un mirall intel·ligent.



Imatge 13. Escena de la pel·lícula Iron Man 2 on apareix un mirall intel·ligent.

2.2.2. Concepte

Amb l'aparició de la Internet de les coses, les nostres llars evolucionen en una línia on cada vegada més la tecnologia i els sistemes autònoms són més rellevants. Objectes tan simples

com una sabata s'han convertit en aparells tecnològics que, per exemple, poden canviar de color o ajustar-se al peu de forma automàtica. Altres exemples poden ser el de Samsung⁶ amb els seus televisors intel·ligents, Nest⁷ amb el termòstat que s'adapta automàticament a les rutines de la llar i Xiaomi⁸ amb les seves llums i bàscules intel·ligents. I aquest canvis han arribat fins i tot a objectes presents a les llars des de fa segles, com els miralls.

Hi ha diverses aproximacions al concepte d'smart mirror. Es pot definir com un mirall amb funcionalitats i característiques afegides, amb el propòsit d'incorporar prestacions que podrien fer-se de manera manual o bé fent servir d'altres dispositius diferents del mirall (n-tech Research, 2015). En l'àmbit domèstic, un smart mirror permet controlar tots els dispositius intel·ligents de la llar (Antona, M. I Stephanidis, C., 2015). Multinacionals com per exemple Allview o Google ja han comunicat els seus plans de crear i comercialitzar el seu propi Smart Mirror, tot i que encara no hi ha ni dates ni preus.

Grans empreses utilitzen aquesta nova tecnologia per modernitzar els seus locals, la seva marca i renovar la seva imatge. Una d'aquestes marques és Rebecca Minkoff, que en la seva botiga de Nova York⁹ ha incorporat aquests miralls intel·ligents. Gràcies a aquesta tecnologia pots demanar la peça de roba de la talla que vulguis en un mirall intel·ligent que hi ha a fora de l'emprovador. Tot seguit et porten la peça a l'emprovador. Dins, hi ha un altre mirall que et permet controlar la il·luminació (Hilary Milnes, 2015).



Imatge 14. Smart mirror als emprovadors de la botiga de Rebecca Minkoff.

⁶ Més informació a <http://www.samsung.com/es/tvs/overview/smart/>

⁷ Veure a : <https://nest.com/es/thermostat/meet-nest-thermostat/>

⁸ Producte a <http://www.mi.com/en/smartlamp/>

⁹ Veure vídeo promocional de la botiga a: https://youtu.be/6G3JlyG_GeY

Al principi les grans empreses del sector tecnològic eren reticents a invertir grans quantitats de diners en recerca pel desenvolupament de miralls intel·ligent. Darrerament, però, la seva percepció ha canviat i ja aposten clarament per fer els seus propis dispositius. Potser ha influït l'enorme quantitat de projectes que, a nivell no comercial o personal, es poden trobar a la xarxa.

Petites empreses, com és el cas de MirroCool INC, es promocionen en plataformes de microfinançament com Kickstarter¹⁰ per aconseguir subvenció pel seu projecte. "MirroCool" és un revolucionari mirall que a la vegada vol ser un assistent personal, detecta el rostre de la persona que té davant i li ofereix informació personalitzada. També pot ser utilitzat com a sistema de seguretat reconeixent la cara de les persones desconegudes i marcant-les com a intrusos (MirroCool INC, 2017).

2.2.3. Hardware i software

Actualment, no cal disposar d'uns requeriments de hardware i software gaire complexos per poder construir un mirall intel·ligent.

2.2.3.1. Hardware i software per a un mirall senzill

Amb un tauleta i amb pocs components addicionals és factible crear un smart mirror a nivell domèstic, tot i que la complexitat d'aquest dependrà de les funcionalitats desitjades. Només cal una pantalla, com per exemple la d'una tauleta, un fons negre de qualsevol material opac i un mirall translúcid o de doble cara. Per un mirall molt senzill només cal fer un forat a la base negra amb la forma de la tauleta, posar un mirall especial anomenat "de doble cara" o reflectasol¹¹ i posar la tauleta al forat fet anteriorment. Per acabar, s'acoblen totes les parts de l'estructura (Alonso, M., 2016).

És relativament fàcil trobar el software bàsic d'un smart mirror. Si es fa servir una tauleta Android, es podrà escollir entre una gran gamma d'aplicacions disponibles a Google Play, com

¹⁰ És una comunitat de finançament col·lectiu per a projectes creatius.

¹¹ Veure apartat 2.4

per exemple "Home Mirror"¹². Per IOS és més difícil trobar una aplicació d'aquest tipus, però n'hi ha alguna, com per exemple "Smart Mirror Tool"¹³.

2.2.3.2. Hardware i software per a un mirall de construcció industrial

Com ja s'ha esmentat, el hardware es pot complicar tant com es necessiti. Es poden implementar càmeres, llums, micròfons i una gran varietat de complements. Un cas d'aquests és el projecte de *Self Enhancing Live Feed Image Engine* (S.E.L.F.I.E.). Aquest dispositiu, desenvolupat per iStrategy Labs (ISL), funciona amb un sistema de reconeixement facial que, en detectar que l'usuari és davant del mirall i somriu, li fa una fotografia que envia directament seu telèfon mòbil i publica a Twitter (SELFIE, 2017) És de gran utilitat en esdeveniments on hi ha muntat un *photocall*¹⁴.

El software dels miralls intel·ligents més complexos ja utilitzen un software desenvolupat específicament. El dispositiu esmentat al paràgraf anterior té un Mac Mini en el seu interior.

2.3. Interfícies

La interfície és el medi amb el qual l'usuari es pot comunicar amb l'aparell, comprenent tots els punts de contacte entre l'usuari i l'equip (Interfície d'usuari, 2016) Per exemple, en una bicicleta, es fa servir el manillar per controlar la direcció del vehicle, i els pedals, el fre i el canvi de marxes per controlar la velocitat de la bicicleta.

Podem definir tres tipus d'interfície:

- Interfície de hardware: dispositius per ingressar, processar i lliurar les dades (teclat, pantalla...).
- Interfície de software: es destina a lliurar informació sobre els processos i eines de control, comunicant-se habitualment amb l'usuari a través de la pantalla. Les funcions bàsiques són:

¹² Aplicació per dispositius Android: <https://goo.gl/PrtsPt>

¹³ Aplicació per l'iPhone o iPad: <https://goo.gl/f1Zpw2>

¹⁴ Sessió per a fer fotografies d'una o més persones, habitualment famoses.

- Monitoratge: obtenir i mostrar dades en temps real. Poden ser nombres, textos o gràfics segons com sigui la manera més fàcil d'interpretar-les.
 - Supervisió: possibilitat d'ajustar les condicions de treball directament des d'un ordinador.
 - Alarmes: capacitat de reconèixer esdeveniments excepcionals i reportar-ho a l'usuari basat en els límits de control preestablerts.
 - Control: capacitat d'aplicar algorismes que ajustin els valors del procés i mantenir-los dins de certs límits.
 - Històrics: Capacitat de mostrar i emmagatzemar en arxius dades del procés. És una eina important per a l'optimització i correcció de processos.
- Interfície software-hardware: permet un pont entre la màquina i les persones. Permet a la màquina entendre la instrucció i a l'home entendre el codi originalment binari traduït a informació llegible.

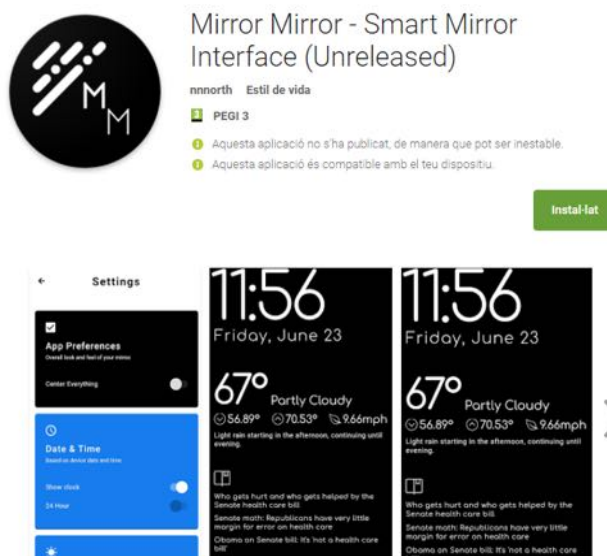
La interfície és, doncs, el canal de comunicació entre l'usuari i el dispositiu i cal aconseguir que aquesta es realitzi de la manera més fàcil i còmode possible per a aquest.

Buscant exemples de miralls intel·ligents s'observa que tots tenen almenys algun control de veu, ja que és quelcom gairebé indispensable. Altres incorporen també botons al marc, o els més sofisticats gaudeixen de control tàctil. Pel que fa al software es pot veure que tots els que estan dirigits cap a ús personal tenen uns mínims d'informació que es mostra de manera permanent: rellotge, dia i indicador meteorològic. Alguns també inclouen la previsió meteorològica dels següents dies, els esdeveniments d'una agenda sincronitzada, alguns titulars de notícies de diaris, o fins i tot alguna frase divertida o per pujar els ànims. En el mateix Google Play, la tenda d'apps de Google, en podem trobar uns quants exemples com "Home Mirror"¹⁵ o "Mirror Mirror"¹⁶.

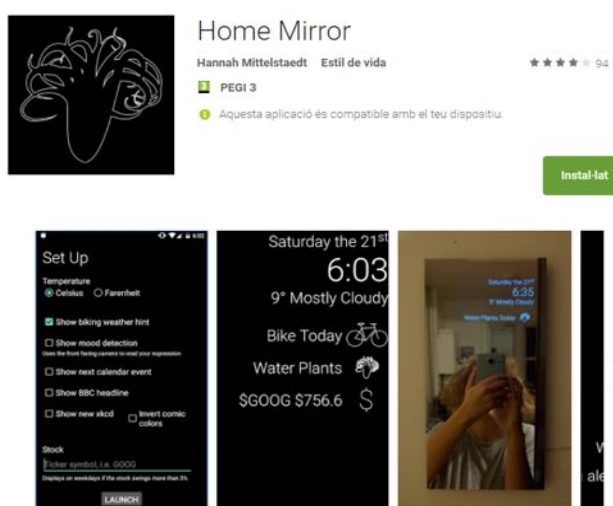
¹⁵ Home Mirror: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.morrstaedt.mirror>

¹⁶ Mirror Mirror - Smart Mirror Interface (Unreleased):

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nnnorth.mirrormirror>



Imatge 15. Pantalla de Google Play on es pot descarregar l'aplicació Mirror Mirror.

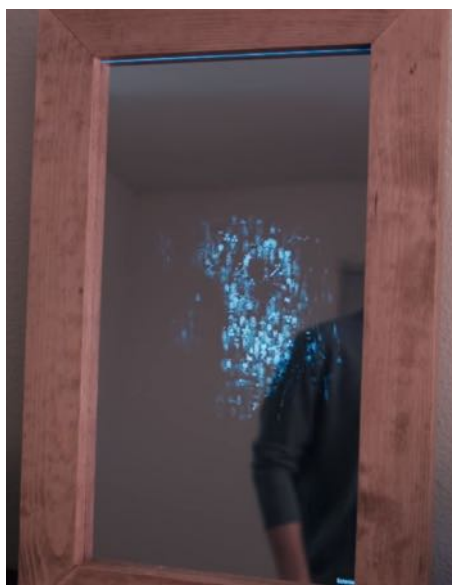


Imatge 16. Pantalla de Google PPlay on es pot descarregar l'aplicació Home Mirror.

També pot estar destinat a altres usos que no siguin el personal, com per exemple per a la venda de roba o maquillatge, com a sistema que ofereix la possibilitat de veure com li quedaria un accessori a l'usuari sense haver-lo de tenir físicament posat...

Com ja s'ha comentat anteriorment, a la xarxa es poden trobar molt projectes d'smart mirror penjats en blogs o en plataformes de vídeo com Youtube. S'hi poden trobar un munt de possibles prestacions per incorporar a un mirall intel·ligent, des de mirar el trànsit, reproduir

música, detectar l'estat d'ànim segons les expressions facials o demanar un taxi via Uber. Fins i tot hi ha qui ha incorporat intel·ligència artificial¹⁷ per conversar, semblant a Cleverbot¹⁸.



Imatge 17. Exemple d'una IA de conversa amb cara incorporada en un mirall intel·ligent.

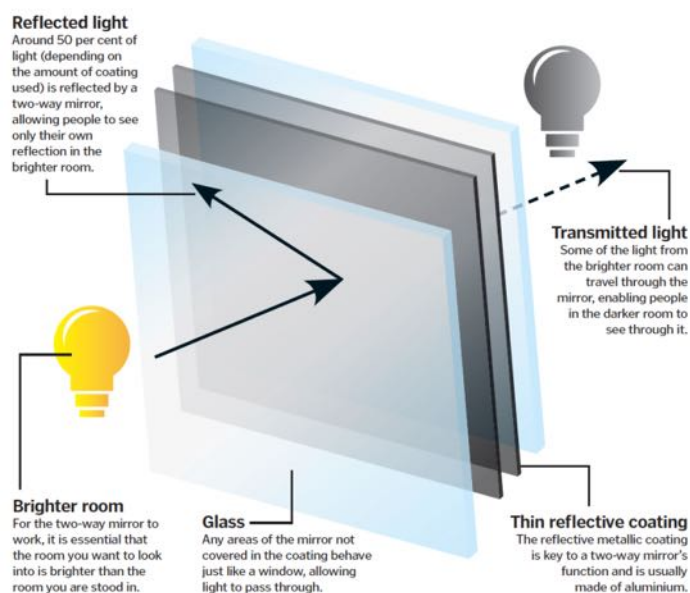
2.4. El reflectasol

El tipus de mirall utilitzat en els miralls intel·ligents no pot ser un de convencional, ja que simplement reflectiria la llum per un costat i per l'altre ni es reflectiria ni deixaria passar la llum, perquè aquests estan simplement formats per un vidre amb una capa de plata o algun metall reflector. Aquest tipus de mirall s'anomenen *miralls bidireccionals* (*two way mirror* en anglès), o més tècnicament *reflectasol* (Iberica de Aluminio y Cristal, 2016).

Per a l'elaboració del reflectasol es dipositen metalls fent un bombardeig iònic a un buit controlat sobre la superfície del vidre. El resultat és un vidre amb una capa molt fina, gairebé transparent, d'un metall reflector, normalment alumini.

¹⁷ A vegades es farà servir l'acrònim IA per referir-se a la Intel·ligència artificial.

¹⁸ Intel·ligència artificial per a conversar (<http://www.cleverbot.com/>)



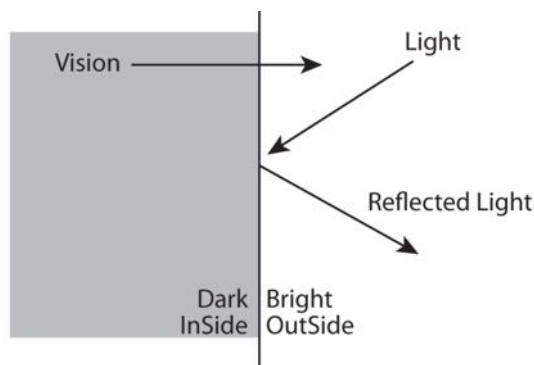
Imatge 18. Esquema de l'estructura d'un reflectasol i el seu funcionament.

S'obtenen dues superfícies que reflecteixen una mica de llum i la resta penetra en el vidre. La llum sempre passa de la mateixa manera en ambdues direccions, però quan un costat està il·luminat i l'altre es manté fosc, el costat més fosc es fa difícil de veure des del costat brillant perquè està emmascarat pel reflex molt més brillant del costat il·luminat¹⁹. Aquesta propietat resulta perfecta per a un mirall intel·ligent, ja que al posar una pantalla en un costat del mirall i cobrint els espais buits, si la pantalla no emet llum, la part de la pantalla serà totalment opaca i, per tant, a l'altra banda només es veurà la llum reflectida. Quan es vol que es vegi alguna informació, simplement cal posar-la a la pantalla i deixar la resta en negre. D'aquesta manera en la part que està en negre seguirà veient-se la llum reflectida, però en la part on hi ha la informació, emetrà llum que penetrarà en el vidre i el reflex no emmascararà aquesta llum, ja que és més brillant.



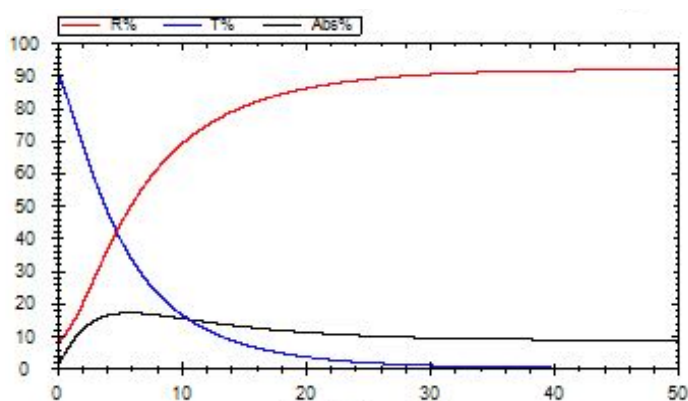
Imatge 19. Exemple del funcionament del mirall reflectasol en un mirall intel·ligent.

¹⁹ Veure Imatge 27



Imatge 20. Esquema del funcionament del reflectasol.

Les propietats òptiques del mirall es poden ajustar canviant el gruix de la capa reflectora.



Reflectància (vermell), Transmitància (blau) i Absorció de l'alumini (negre) en vidre BK7²⁰.

Eix X: Gruix de la capa (nm)

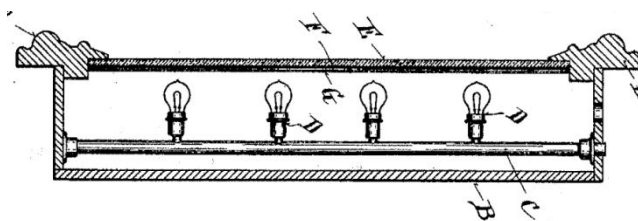
Eix Y: Percentatge R, T i Abs

Imatge 21. Propietats del mirall reflectasol segons el gruix de la capa reflectora.

Aquest mirall fou originalment anomenat *mirall transparent*. La primera patent nord-americana és d'Emil Bolch²¹, un súbdit de l'emperador de Rússia. La idea original de Bolch era fer-ho servir per a la publicitat: amb una caixa (B) se li fa passar un cable de corrent (C) on s'hi connectaran unes bombetes (D). En un costat de la caixa es posa el mirall transparent (E) amb un suport (F) i darrera la pancarta publicitària (G) que es desitja col·locar. D'aquesta manera sembla un mirall normal, però quan s'encenen els llums, la llum penetra la pancarta publicitària agafant els colors d'aquesta i penetrant després també el mirall. Com que la llum de dins de la caixa és més brillant que la de l'exterior, es veu la pancarta i no el reflex.

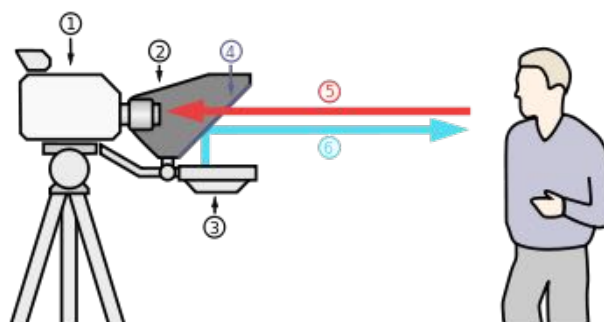
²⁰ Tipus de vidre òptic d'alta qualitat, sovint utilitzat per a la producció de lents, finestres, miralls i altres components òptics.

²¹ Patent nord-americana No. 720.877, del 17 de febrer de 1903.

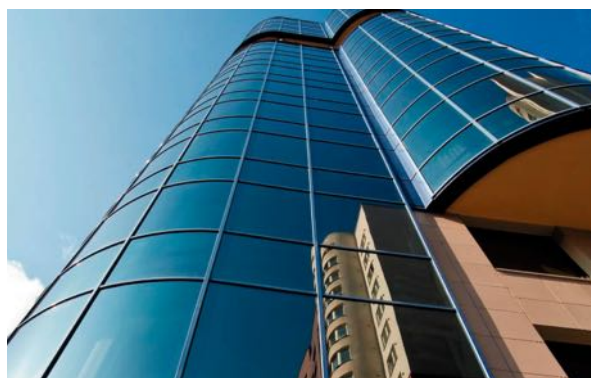


Imatge 22. Diagrama de la patent original del mirall transparent..

Aquest mirall actualment s'usa sobretot en l'àmbit de la construcció i l'arquitectura, degut a raons estètiques i funcionals, ja que reflecteix la calor, manté els interiors frescos i proporciona privacitat. També és molt conegut per l'ús en cambres d'interrogatoris o en platós de televisió amb els anomenats teleprompters, on se situa una càmera (1) amb l'objectiu dins d'una tela (2) que aguanta el reflectasol (4), i sota d'aquest una pantalla (3). D'aquesta manera la imatge del presentador (5), que esta en la part més brillant, penetra el vidre i es pot veure des de la part més fosca, i la imatge de la pantalla (6), que està en la part brillant, es reflecteix i la pot veure el presentador que també està en la part brillant. Així, el presentador pot llegir i a la vegada mirar directament a càmera.



Imatge 23. Diagrama del funcionament dels teleprompters.



Imatge 24. Exemple de l'ús del reflectasol en la construcció.

3. Part pràctica

3.1. Plantejament

Per tal de poder construir el prototip cal establir primer quins seran els requisits de disseny que haurà de satisfer.

- Econòmics: Donat que es partirà d'un pressupost base molt ajustat, que es vol que en cap cas superi els 100 €. Queda fora dels objectius d'aquest treball l'estudi de la seva viabilitat econòmica i possibilitats comercials.
- Estètics: Es vol aconseguir un disseny minimalista que permeti un resultat visualment atractiu per tal que les funcions intel·ligents no interfereixin la funció bàsica d'un mirall.
- Interacció home-màquina: La interfície haurà de ser el més intuïtiva possible per maximitzar la facilitat d'interacció de l'usuari amb el software. Tot i això, l'apartat estètic del mirall serà explicat més endavant.
- Estructurals: El mirall ha de subjectar-se en un suport estable que pugui allotjar tots els seus components. Per tant, el suport haurà de ser suficientment gran com per poder-hi posar el mirall, la placa controladora, la pantalla i altres perifèrics. Aquesta estructura haurà de tenir unes condicions tèrmiques que evitin un sobreescalfament que podria malmetre els components del mirall.
- Funcionals: Com a mínim, ha de poder mostrar l'hora, la data, les titulars de notícies, la temperatura actual i la previsió meteorològica. Es vol que aquesta informació sigui sempre visible independentment de la funció que se li hagi sol·licitat al mirall. Per poder-ho fer, caldrà establir una connexió amb fonts externes, fet que pot complicar l'èxit en l'objectiu proposat.

- Hardware: El sistema estarà muntat sobre una placa controladora que haurà de disposar de connexió inalàmbriques per Wifi i Bluetooth.
- Software: Es programarà el codi des d'un entorn que permeti després compilar-lo en diferents plataformes de treball en funció del hardware utilitzat.

3.2. Control i interacció

D'entrada, es presenta el dubte sobre quin tipus de control i interacció pot ser més adequat per governar el dispositiu. Bàsicament es dubta entre el control de tipus tàtil, el control per veu, una combinació d'ambdós, per *joystick* o per reconeixement gestual.

3.2.1. Tàtil

Generalment, els miralls estan formats per un vidre amb una capa d'un metall que reflecteix la llum per una de les seves cares. Això presenta el problema de que, si es vol fer tàtil, seria tècnicament molt complex ja que caldria crear un panell tàtil en el vidre. Després de fer recerca, es descobreix que hi un tipus de làmina (tipus "film") que té les propietats d'un mirall, i potser aquest sí que podria permetre la detecció tàtil.

Els miralls que reflecteixen la llum des d'un costat però permeten la visió des de l'altre, s'anomenen de tipus "reflectasol"²². És difícil trobar gaire informació sobre aquests tipus de miralls, ja que al ser un tecnicisme, només es troba informació sobre què és el material i informació sobre vendes al major a nivell industrial. També s'anomenen "two way mirror". S'aconsegueix accedir a una pàgina web²³ dedicada a la venda d'aquest tipus de miralls i s'observa que hi ha un apartat de "film". A la mateixa pàgina web, es descobreix que la qualitat d'imatge no seria gaire elevada. En canvi els resultats serien òptims si es fes servir el producte anomenat *VanityVision Smart Mirror*, que és un mirall amb vidre. Davant del dubte

²² Veure apartat 3.4

²³ Veure www.twowaymirrors.com

sobre com es comportarà la resposta tàctil, es decideix contactar amb l'empresa que ens informa de que aquests miralls no tenen encara la tecnologia necessària i que la única manera de fer-lo tàctil és posant un panell tàctil en el mirall, possibilitat que quedaria totalment fora del pressupost previst. Ens informen també de que no és segur que el film funcionés i, a més, per aplicar-lo abans s'ha de netejar el lloc on s'adherirà amb una barreja d'aigua i sabó especial que podria malmetre la pantalla²⁴.



Imatge 25. Exemple d'un panell tàctil aplicat sobre una pantalla.

Es decideix provar un film molt econòmic, comprat a través de la plataforma AliExpress²⁵, per provar-lo en un telèfon mòbil i veure si pot funcionar de la manera desitjada. En un principi sembla que el tàctil funciona a través del film, però després s'observa que la pantalla rep ordres errònies del tàctil sense haver-lo tocat. Es descarta, per tant, aquesta opció.

Per tots el motius anteriorment comentats i, tenint en compte també que en tocar la superfície del mirall amb els dits, aquest quedaria tacat per les empremtes i això malmetria la seva visibilitat, es decideix descartar l'opció de fer servir el mirall tàctil.

²⁴ Veure annex 2

²⁵ Veure Aliexpress: <https://goo.gl/5z3Gdb>.

3.2.2. Per joystick

Una manera de controlar el mirall pot ser amb un joystick. Els joysticks són una eina molt útil, ja que té moltes més possibilitats que un polsador. Per exemple, en una pantalla es pot fer que un cursor arribi a qualsevol lloc en qüestió de segons. A l'hora de fer configuracions es poden posar fins a cinc opcions a escollir (dalt, baix, dreta, esquerra i prémer), entre d'altres.

A fi de poder decidir sobre l'oportunitat de fer servir aquest tipus de control, es valoraran els diferents tipus de joystick:

- Joystick digital: format per quatre interruptors de tipus encès/apagat, situats en quatre direccions diferents, a més de les combinacions entre cada un d'ells.
- Joysticks analògics: formats per un sistema de balancí²⁶ amb dos eixos ortogonals acoblats a dos potenciòmetres²⁷. D'aquesta manera es pot llegir contínuament l'estat dels eixos. A més a més, un dels eixos està recolzat en un microrruptor²⁸ que permet detectar la pulsació de la palanca (seria l'equivalent a l'"ok" del digital). El Joystick analògic és molt més precís que el digital i té avantatges, per exemple, a l'hora de fer-lo servir per a jocs o per al control d'un avió d'acrobàcies.

Es conclou que l'opció més adequada seria la del joystick digital, donada la seva simplicitat i el fet que en un mirall intel·ligent no es necessària una gran sensibilitat. Cal tenir en compte que per comoditat i ergonomia es podria considerar també l'opció de l'analògic.

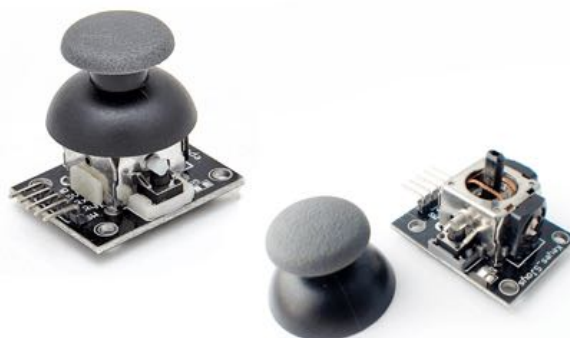
²⁶ Sistema susceptible a la variació de la direcció i sentit del vector.

²⁷ Sistema susceptible a la variació del mòdul del vector.

²⁸ Una mena de petit polsador.



Imatge 26. Exemple d'un joystick digital.



Imatge 27. Exemple d'un joystick analògic.

3.2.3. Comandaments de veu

Una manera molt còmoda i senzilla de controlar el mirall seria fent servir comandaments de veu. Aquest tipus de control és realment complex, tot i que hi ha un element que ho pot facilitar molt: la utilització de *Plugins*²⁹. Els *plugins* permetran que la complexitat a nivell de programació disminueixi. En aquest cas caldria un *plugin* per al reconeixement de veu i utilitzar la tecnologia de Google que permet passar l'àudio captat a text. Caldrà després configurar els comandaments, és a dir, fer que quan el text (obtingut anteriorment a partir de l'àudio) coincideixi amb un dels comandaments configurats, es realitzi l'acció prevista.

²⁹ Plugin o Plug-in és una paraula provinent de l'anglès. Es pot traduir més o menys com a "inserció", i és bàsicament un complement per afegir una funcionalitat o característica a un programa, com si l'usuari es descarregués una part del programa ja feta per algú altre, i a partir d'això s'adaptés al programa per a que faci les funcions que es vol.



Imatge 28. Representació gràfica de plugin.

3.2.4. Sensor de gestos

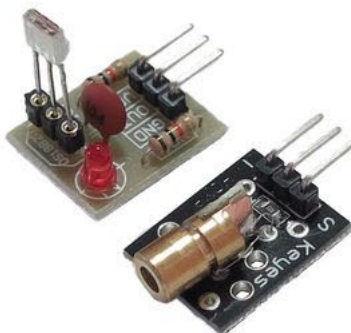
Una altra manera de controlar el mirall sense haver de tocar-lo és a través de la lectura de gestos. Es poden crear molts tipus de comandaments gestuals, des de desplaçar la mà d'esquerra a dreta a moure certs dits fent figures. Aquest tipus de control pot ser molt complex, ja que cal fer servir tecnologia de reconeixement d'imatges.

Com que el coneixement dels membres del grup en lectura de gestos és realment escàs, es podria proposar un plantejament fent servir només alguns gestos senzills.

Amb el gest de moure la mà de dreta a esquerra o a l'inrevés ja es pot indicar una direcció i sentit, o dir que d'esquerra a dreta és "sí" i a l'inrevés és "no". Per detectar-ho es podrien utilitzar dos sensors de presència/obstacles per làser, tot i que també es poden fer servir sensor d'infrarojos o ultrasons³⁰.

És el mateix principi utilitzat pels detectors que hi ha a les portes dels ascensors o a les dels pàrquings. Aquests sensors no són gaire cars.

³⁰ Veure Annex 1

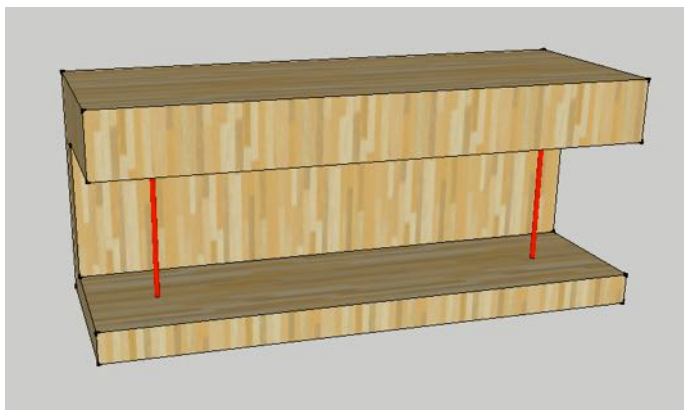


Imatge 29. Exemple de detector i emissor làser.

En un espai de la mida aproximada per a que hi càpiga una mà verticalment, es col·loquen els detectors deixant una separació entre ells. Un cop fet això, caldrà fer la part de programació. Aquests detectors només poden detectar dos senyals. Es podria associar un 1 quan el làser arriba al detector i no hi ha cap obstacle al mig, i un 0³¹ quan el detector no pot rebre la llum del làser, que és interrompuda per un obstacle.

Per saber si la mà va cap a un costat o cap a l'altre cal controlar que, en un interval de temps molt petit, si la mà passa d'esquerra a dreta, s'obtindrà primer el senyal 0 al detector de l'esquerra i després hi haurà senyal 0 al de la dreta, i el mateix a l'inrevés. D'aquesta manera ja es pot saber la direcció. A partir d'aquí es pot anar millorant la precisió en la detecció. Fins i tot, es pot fer una mena de joystick fent servir aquest sistema: seria fer el mateix dues vegades, però el segon cop girar-ho 90 graus de manera que quedés en forma de creu. Llavors, s'obtindria direcció horitzontal i vertical, i el sentit es determinaria fàcilment amb el que s'ha esmentat anteriorment.

³¹ Seguint la lògica binària.



Imatge 30. Disseny 3D de la possible disposició dels sensors.

Els tipus de controls que s'han proposat, no permetrien gaudir d'un ventall gaire ample de comandaments. Per poder-ho aconseguir caldria recórrer a sistemes basats en el reconeixement d'imatges, que ara mateix excedeixen els coneixements i les possibilitats dels membres de l'equip, a banda de que per si mateixos ja podrien esdevenir l'objecte d'estudi d'un treball de recerca.

3.2.5. Tipus de control escollit

Per la seva comoditat d'ús, per la quantitat de comandaments que permet crear i també per la seva senzillesa tècnica al no presentar uns requeriments de hardware gaire exigents i gestionar-se bàsicament des del software, es decideix optar pel control per veu.

3.3. Placa controladora

Les plaques de control (també anomenades targetes de control o controladores) serveixen d'enllaç entre l'ordinador i el sistema a controlar. Es vol utilitzar per controlar la pantalla i tots els perifèrics que serveixen per entrar o treure informació del mirall, com per exemple els sensors que pugui tenir o el micròfon.

Les dues plaques més utilitzades, i que compten amb molta documentació són les basades en Arduino i les plaques Raspberry Pi.



Imatge 31. Raspberry Pi 2 i placa Arduino UNO.

Per saber quina de les dues és la més adequada pel projecte cal conèixer les propietats de cadascuna. El primer que cal assegurar és si és possible connectar-hi una pantalla i de quina manera. Aquí és on es detecta el primer problema de la placa microcontroladora Arduino. Aquest microcontrolador es basa a connectar pins amb funcions concretes i per tant, les pantalles han de ser amb uns connectors específics per aquells pins. A diferència d'Arduino, les Raspberry Pi, que són més aviat un tipus d'ordinador de potència limitada, estan preparades per ser connectades a una pantalla via HDMI. A més d'aquest punt a favor, la comunitat de Raspberry Pi està formada per un gran nombre d'usuaris que comparteixen molta documentació (tutorials i exemples).

Es descarta, doncs, l'opció Arduino i es procedeix a escollir el producte de Raspberry Pi més adequat. Es poden trobar tres alternatives³². La Raspberry Pi Zero és l'opció més barata, però no compleix la condició de disposar de connexió WiFi i Bluetooth. Es pot trobar una variant de l'anterior anomenada Raspberry Pi Zero W, una opció econòmica i amb la connectivitat necessària, però que no es troba a les botigues físiques i caldria demanar-la per Internet. Això endarreriria el treball, ja que hi hauria el perill de que no arribés a temps. La darrera opció és la Raspberry Pi més potent fins a la data, anomenada Raspberry Pi 3 Model B. Aquesta placa compleix tots els requeriments de hardware, es pot obtenir fàcilment en botigues físiques i la potència no serà un problema. Per això, es decideix que aquesta serà la placa escollida per al projecte i per a les seves futures actualitzacions.

³² Veure Annex 5

3.4. Pantalla

Per tal de complir amb els criteris de sostenibilitat previstos, l'objectiu de partida era aconseguir aparells electrònics espatllats o en desús per reciclar-ne la pantalla i aconseguir així crear un mirall més econòmic i amb materials reciclats.

3.4.1. Primeres proves

Trobar una pantalla que complís amb els requisits previstos no va ser gens fàcil. Primer de tot es va voler aconseguir una pantalla petita per fer les primeres proves. Per tal de poder fer les proves inicials, es va desmuntar la pantalla d'un reproductor multimèdia que ofería una empresa com a estratègia de merchandising. També es van obtenir alguns components que podien ser d'utilitat més endavant: Dos petits altaveus i cinc botons. La pantalla tenia una connexió amb 50 pins³³, que semblava que podria funcionar a per a l'entrada display³⁴ d'una placa Raspberry Pi, però després d'investigar una mica es va trobar que no era la mateixa entrada i no existien adaptadors d'aquest tipus.

3.4.2. Opció de pantalla tàctil

En una segona fase, es va plantejar fer el mirall tàctil. Per provar-ho, es va partir d'una tauleta Asus Eee Pad Transformer, de la que es va provar de desmuntar la pantalla. En el procés d'extracció d'aquesta s'arriba a un punt mort on no es pot accedir a tots els cables i, a més a més, es va veure que aquests no eren els estàndards.

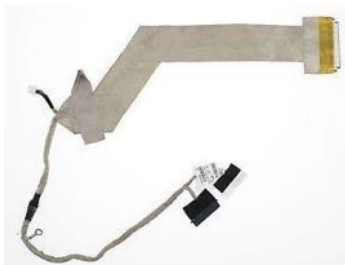
3.4.3. Opció de pantalla no tàctil

Més endavant es va aconseguir un ordinador portàtil HP Compaq 6720S espatllat, al qual també se li va desmuntar la pantalla. El resultat va ser semblant al descrit en el punt anterior, ja que el cable de la pantalla era completament desconegut. Per esbrinar si es podia

³³ Contacte metàl·lic de petites dimensions d'un connector elèctric.

³⁴ Tipus de connexió que se sol utilitzar per a pantalles i altres dispositius de reproducció d'imatges

connectar a placa via HDMI³⁵, es va consultar a l'enginyer d'HP Alan Lobban³⁶, responsable de secció I+D i vell amic dels integrants del grup. Es va adjuntar la següent fotografia del connector per demanar-li també si coneixia el seu nom.



Imatge 32. Fotografia adjuntada de l'adaptador esmentat.

El Sr. Lobban va respondre que el nom del connector era LVDS (*Low-voltage differential signaling*) i que, malauradament, no era compatible amb HDMI. Tot i això, ens va dir que ens podia deixar dues pantalles HP, models 1730 i 1740, de la seva propietat que ja no utilitzava i que comptaven amb connexió HDMI i VGA³⁷.

3.4.4. Tipus de pantalla escollida

Es va decidir optar per la pantalla HP 1740 ja que en utilitzar connectors estàndard, no hauria de donar problemes de connexió ni de compatibilitat. D'altra banda el seu marc i estructura eren més petits.

La primera cosa que es va fer va ser desmuntar la pantalla del seu suport, ja que en principi no calia per a res i a sobre ens augmentaria les dimensions i el pes. A l'hora de començar a plantejar el prototip físic es van observar dos problemes. El primer va ser que no es podia enganxar el mirall a la pantalla perquè el marc del monitor sobresortia una mica. El segon problema era semblant al del descrit en el cas del suport: el monitor era molt gran i pesava molt. El que es va fer per solucionar aquests dos problemes va ser treure tota la cobertura de

³⁵ *High-Definition Multimedia Interface* (Interfície multimèdia d'alta definició). Permet interconnectar àudio i vídeo digital d'alta definició sense comprimir.

³⁶ Veure Annex 3

³⁷ *Video Graphics Array* (adaptador gràfic de vídeo). Connector de vídeo que compleix l'estàndard del mateix nom. És anterior a l'HDMI i ofereix una qualitat d'imatge molt inferior.

plàstic per així poder retirar tot el marc i solucionar el primer problema, i en part el segon (encara que continuava sent bastant pesat).



Imatge 33. Pantalla HP 1740 usada.

Després en va sorgir un altre de secundari: com que el marc interior del monitor (no confondre amb el de plàstic que ja s'ha retirat) era d'un metall de color clar, en posar el reflectasol es veuria des de fora. La solució era ben senzilla, pintar-les de fosc o posar una peça de color negre. Tot i així, el pes continuava sent un problema, ja que, l'estructura pesava molt. Per l'altra banda, el problema de l'espai es va millorar notablement i es van disminuir uns quants centímetres de totes les cantonades. L'última modificació que es va fer a la pantalla en aquell moment, va ser doblegar la barra de botons perquè no excedissin els límits del marc. Això va suposar una dificultat a l'hora de controlar les funcions de la pantalla, com per exemple la brillantor, però va estalviar un espai que es podia reduir fàcilment.

3.5. Efecte reflectasol

3.5.1. Film

Per tal de poder aconseguir l'efecte reflectasol³⁸ sense disparar el pressupost, es decideix explorar l'opció de fer servir un film que presenta propietats equivalents. Només es troba l'opció de comprar-ne a un cost assequible a un proveïdor xinès a través de la plataforma

³⁸ Tot i que el Reflectasol és un tipus de mirall (veure apartat 2.4), a vegades a la indústria es fa servir el terme "efecte Reflectasol" per parlar d'alternatives que compleixin la mateixa funció.

AliExpress. Després d'explorar diferents opcions i valorar les opinions dels usuaris, es fa la comanda del film Loriver amb la referència HG03921B1³⁹.

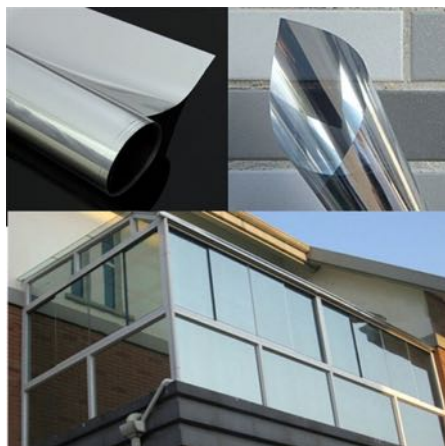
Després de tres setmanes d'espera, arriba el film i s'inicia la fase de proves davant de la pantalla. Ja de bones a primeres s'observa que el film està bastant arrugat i això fa que la llum reflectida no ho faci de manera uniforme. La imatge es veu totalment deformada. Al posar qualsevol informació a la pantalla, la llum travessa el film i es pot apreciar bé el que hi ha, però en els llocs on no hi hauria d'haver res, és a dir, on els píxels són totalment negres, la llum ja no es reflecteix tan bé. Això passa perquè s'usa una pantalla LCD. El funcionament de les pantalles LCD es basa en el bloqueig de la llum: hi ha un emissor de llum a la part posterior del monitor i davant de l'emissor està el cristall líquid, que és el que s'encarrega de polaritzar la llum ja sigui, amb filtres de colors o no. Això significa que quan els píxels són negres, la llum segueix travessant el cristall i la polaritza. Per tant no és totalment opac, que seria l'ideal per a que la llum de l'exterior superés bastant més en brillantor a la de dins i es reflectís amb més claredat.



Imatge 34. Demostració del funcionament d'una pantalla LCD.

S'haurà d'ajustar la brillantor fins trobar el punt en el que hi hagi un equilibri entre el cas en que els píxels són negres i la mínima llum possible penetri al reflectasol, però quan es vulgui posar alguna informació es pugui veure amb claredat. Es descarta fer servir aquest film a causa del seu reflex no uniforme, ja que no hi ha manera de deixar-lo totalment pla.

³⁹ Veure: <https://goo.gl/esqwYH>



Imatge 35. Baner publicitari del film comprat.

3.5.2. Cristall reflectasol

Descartada l'opció del film, es decideix buscar un cristall de tipus reflectasol. A la xarxa internet no es troba cap model a preu assequible, fiable i que compleixi els requeriments, així que es prova de trobar-lo en cristalleries locals a fi de poder comprovar el funcionament i les característiques reals del producte.

Es contacta amb una botiga de cristalleria⁴⁰ que ofereix la possibilitat d'anar a comprovar el funcionament del reflectasol. Es verifiquen les propietats òptiques i es fa la comanda a un preu previst de 25€. Després d'uns dies, la botiga lliura la comanda i es procedeix a comprovar el seu funcionament. El resultat és una decepció, ja que no reflecteix gaire bé. La raó és que la botiga ha subministrat un vidre tintat, en comptes del reflectasol. Es reclama a l'establiment i aquest, després de reconèixer l'errada, informa de que no té prou stock. Això suposa una nova demora en l'obtenció del material. Després d'uns dies d'insistència, la botiga finalment lliura el reflectasol i es procedeix de nou a verificar el seu funcionament. Afortunadament, aquesta vegada es pot comprovar que el seu comportament òptic compleix els requisits previstos.

⁴⁰ Vidres Sant Cugat, Avinguda Lluís Companys i Jover, 29 Sant Cugat del Vallès.



Imatge 36. Prova del funcionament del reflectasol.

3.6. Disseny i muntatge de l'estructura

Per dissenyar l'estructura del marc es va fer una petita pluja d'idees que posteriorment es van anar polint i evolucionant. Les mesures del mirall quedaven condicionades per les dimensions de la pantalla, sumant-li 30 mm als dos eixos per poder-lo fixar a l'estructura sense problemes. Així, les mides de la superfície resultant foren de 330x390 mm.

L'estructura escollida va ser en forma de calaix. Es construiria a partir de 4 plafons en els que hi hauria una petita esclatxa per tal de poder-hi encaixar el mirall.

El següent pas era decidir de quin tipus de material es construiria l'estructura. Una opció que es va considerar fou fer-la de metall, ja que podria resultar visualment molt atractiva. D'altra banda, hi havia l'opció de fer servir fusta, que és més fàcil de treballar i permet obtenir bons acabats. Finalment, es va optar per la fusta de pi per les raons descrites, pel seu cost i per complir millor els criteris de sostenibilitat.

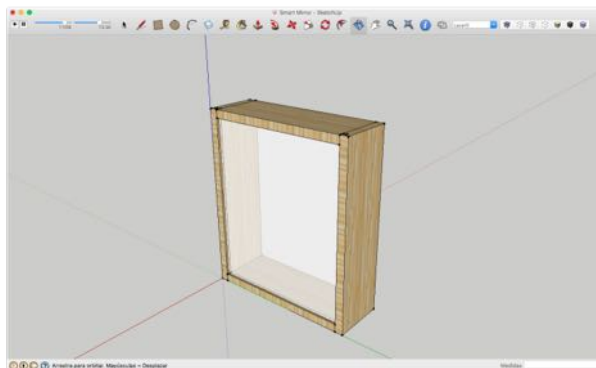
Per tal de fer els plànols de l'estructura de suport es va fer servir l'aplicació de dibuix en 3D SketchUp. Es va partir de la dada coneguda de les mides del mirall (390x330x6 mm). Tot seguit, es van buscar mides normalitzades de taulons a la botiga online de l'empresa Leroy Merlin. Es va decidir que la fusta que millor s'ajustava al requisits de disseny era la de secció de 18x117mm. Per encaixar el mirall a les fustes es va pensar en fer una esclatxa de 9mm de profunditat. Amb tot això, es va veure que la longitud total que es necessitaria seria de 1512mm i, per tant, caldria fer servir dues fustes d'1m de longitud.



Imatge 37. Disseny 3D de les dimensions de les taules.

En el procés de definició del model en 3D van aparèixer alguns dubtes. Primer de tot es va pensar que la fusta era massa ampla i, per tal que quedés estètic, caldria tallar-la per la banda llarga, tot i que finalment no va ser necessari. Un altre problema va ser el sistema de fixació dels plafons. El primer que es va pensar va ser unir-los en un angle de 45° (en biaix) perquè era la manera més estètica i més professional. El problema principal era que per enganxar-ho s'hauria de fer servir cola i, com que havia de suportar bona part del pes de la pantalla, es va pensar que no ho resistiria. La segona opció que es va pensar fou una semblant a la de forma de *cua d'oreneta*⁴¹. Aquesta opció agradava bastant perquè repartia el pes entre totes les taules però calia molta precisió en el tall, ja que l'encaix havia de ser molt exacte. La darrera opció considerada fou fer les fustes laterals més llagues que la superior i inferior i unir-les amb claus o caragols. Aquesta era la més senzilla però estèticament agradava menys.

⁴¹ Tipus d'encaix que té una forma molt semblant a la de la cua d'una oreneta (veure Annex 4).



Imatge 38. Disseny 3D del mirall intel·ligent. Realitzat amb SketchUp.

A l'hora de tallar la fusta, es va veure que per fer el tall necessari per encaixar el mirall era necessari fer servir una serra radial. Això, lligat al fet que es volia obtenir un bon acabat, va fer que s'optés per demanar consell al fuster Jesús Sancho, conegut d'un dels membres del grup. Després d'exposar-li la idea i mostrar-li els plànols, va aconsellar de fer servir cargols, ja que així es podria muntar i desmuntar amb facilitat. Al seu taller disposava de la maquinària de tall professional que permetria fer els talls necessaris⁴². El fuster es va oferir a fer-ho ell mateix i fins i tot va fer alguna petita correcció de mides, ja que la fusta era tova i es podia trencar.



Imatge 39. El fuster Jesús Sancho treballant les fustes.

⁴² Bàsicament era una taula plena de nivells i de regles amb una serra radial que sortia des de baix. Aquesta serra podia pujar i baixar per fer un tall complet o només parcial.

Un cop tallada la fusta, es van acoblar els plafons amb els cargols i es va muntar el marc amb el mirall ja posat. Finalment només va caldre polir els costats per obtenir un bon acabat.

3.7. Disseny de la interfície

Com ja s'ha comentat anteriorment, es vol que el mirall intel·ligent sigui intuïtiu, estètic i funcional. Hi ha un condicionat inicial que té a veure amb les característiques del mirall de tipus reflectasol. Per tal que no es vegi la silueta de la pantalla, el fons de l'aplicació haurà de ser totalment de color negre, mentre que tots els elements que apareguin en pantalla hauran de ser de color blanc. De fet, els elements podrien ser d'un altre o diferents colors (mentre siguin colors lluminosos i clars), però s'ha decidit el color blanc per tal de complir amb el requeriment de donar-li una estètica minimalista al mirall. A partir d'aquí, es deriven els principis estètics de disseny.

3.7.1. Tipografia

S'utilitzarà una tipografia de tipus *sans serif*, anomenada també tipografia de pal sec, és a dir, una tipografia on els caràcters no disposen d'ornaments o traços decoratius en les seves terminacions.

Per explicar-ho de forma visual, a continuació es pot veure en la següent imatge la comparació entre una tipografia *serif*, com una Times New Roman (en vermell), i una tipografia *sans serif* (en negre).



Imatge 40. Comparació entre tipografies serif i sans-serif.

Provant diferents estils de tipografia, s'ha seleccionat optat per la font Roboto. Roboto és d'ús lliure tant personal com comercialment i la podem trobar, entre altres llocs, dins de la llibreria de tipografies que Google⁴³ ofereix de forma gratuïta per fer-la servir projectes o pàgines web.

Roboto Light

Imatge 41. Tipografia Roboto Light.

3.7.2. Distribució dels elements a la pantalla

Els elements que es mostraran a la pantalla estaran pensats per ocupar el mínim espai possible i per respondre als requeriments de l'usuari, fent cas les seves demandes utilitzant el mínim espai possible. S'ha apostat per aquest tipus de disseny ja que permetrà a l'usuari un control senzill i estètic de les funcions intel·ligents del mirall, però sense deixar de banda ni treure lloc a la funció bàsica d'un mirall normal i corrent.



Imatge 42. Croquis inicial de la disposició dels elements.

⁴³ Veure Google Fonts: www.fonts.google.com

3.8. Creació del sistema operatiu

3.8.1. Plantejament inicial

Per poder fer un mirall intel·ligent funcional, es necessita dotar-lo de la capacitat de ser utilitzat de manera que l'usuari pugui interaccionar amb ell. Per tant, es necessita dissenyar i construir una plataforma virtual creada específicament per el mirall en qüestió. Aquesta plataforma permetrà que l'usuari pugui rebre informació i emetre'n de nova. Tot seguit, el mirall la interpretarà i actuarà segons el desig de l'usuari.

La primera opció, que ràpidament es va descartar, és utilitzar una plataforma externa ja creada, sigui un sistema operatiu per a miralls intel·ligents, centres multimèdia (com Kodi⁴⁴) o plataformes adaptades com Android TV o Chromecast⁴⁵. El motiu principal per descartar aquestes opcions és que justament la creació del sistema operatiu és un dels objectius del projecte. A més, cal afegir que la creació del sistema operatiu és la part que feia més il·lusió als components del grup, ja que és la part que permet més personalització i on més es pot deixar fluir la creativitat dels membres de l'equip. D'aquesta manera, es pot dotar al mirall intel·ligent de les funcions que es vulgui, mentre que per exemple, utilitzant Android TV, a part de que és una plataforma dissenyada específicament –com el seu nom indica– per a televisors, i no per a miralls intel·ligents, les possibilitats de que el mirall realitzi el que es vol son mínimes ja que el sistema operatiu esta tancat a només una sèrie de tasques concretes.

S'opta, doncs, per crear una plataforma de bell nou. El sistema a dissenyar havia de ser bastant simple i senzill, ja que es tractava d'una plataforma creada per a ser utilitzada en un mirall de lavabo. És a dir, havia de respondre a comandaments simples, ja que no es tracta d'un ordinador o un telèfon intel·ligent (equips amb grans capacitats degut a l'ús que se'ls dona, ja sigui per oci o per a tasques laborals i professionals), sinó que es tractava d'un dispositiu intel·ligent al nivell d'un *smart watch*⁴⁶ o d'una *smart TV*⁴⁷.

⁴⁴ Plataforma multimedia de codi obert. Veure www.kodi.tv

⁴⁵ Dispositiu de reproducció audiovisual de Google.

⁴⁶ Relotge intel·ligent

⁴⁷ Televisor intel·ligent

3.8.2. Entorn de programació

Hi havia força dubtes a l'hora de triar l'entorn de programació. Després de debatre i descartar opcions, es va arribar a l'acord d'haver de decidir entre una de les tres opcions següents: Python, Android Studio i Construct 2.

3.8.2.1. Python

La primera opció que es va provar és la de crear la plataforma d'interacció amb Python.



Imatge 43. Logotip de Python

Aquest és un llenguatge informàtic multiplataforma de codi obert i gratuït, molt utilitzat en sistemes Linux i per a principiants en la programació. Es caracteritza per la seva senzillesa respecte als altres llenguatges populars. És un llenguatge molt estès mundialment i a Internet es poden trobar milers de tutorials i guies per a aprendre'n i resoldre dubtes. A part, es tracta d'un sistema multiplataforma, així que serveix per a sistemes Mac OS, Linux, Windows i fins i tot hi ha aplicacions d'Android i Iphone que permeten escriure i programar amb aquest llenguatge. Un punt a favor d'aquest entorn de programació és que els membres del grup ja l'havien utilitzat anteriorment per participar en un concurs de programació realitzat per Hewlett Packard.

```

GNU nano 2.2.6                               File: hola.py
/usr/bin/python
from bottle import route, run, request
@route('/hola')
def hola():
    return '''
    <form action="/hola" method="POST">
      Su nombre: <input name="nombre" type="text" />
      <input value="Ingresar" type="submit" />
    </form>
    '''
@route('/hola', method='POST')
def do_hola():
    nombre = request.forms.get('nombre')
    return "Hola mundo! .. mi nombre es ", nombre
run(host='192.168.1.35', port=8080, debug=True)

```

Imatge 44. Exemple d'un "Hola Mundo" amb llenguatge Python.

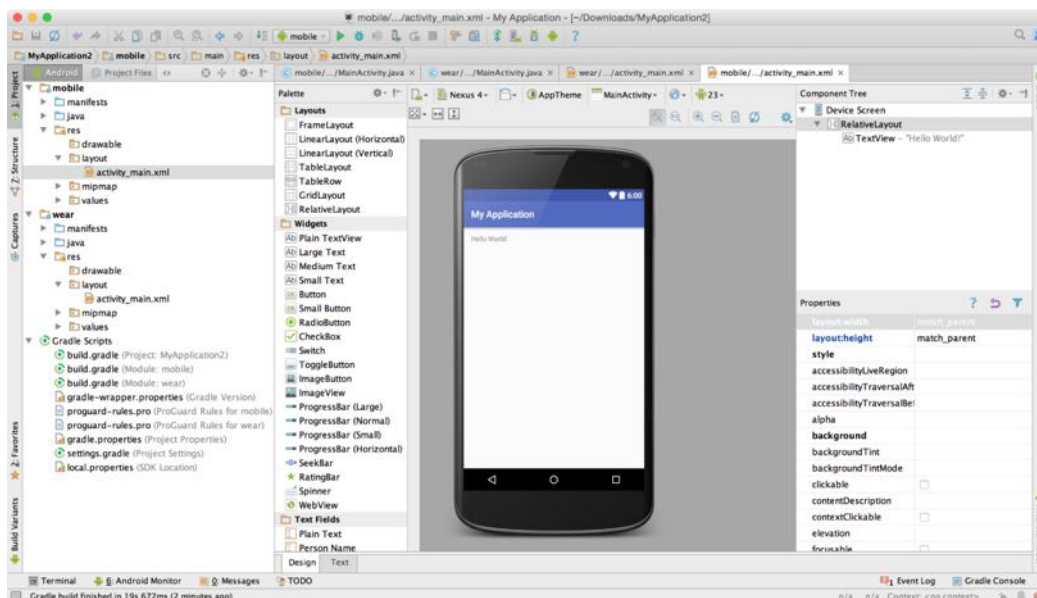
Però després de fer proves amb aquest llenguatge, es va veure que era difícil treballar amb una interfície gràfica i la tasca de crear un sistema operatiu amb aquest llenguatge es distanciava molt dels coneixements i els requeriments tècnics dels membres del grup.

3.8.2.2. Android Studio



Imatge 45. Logotip d'Android Studio.

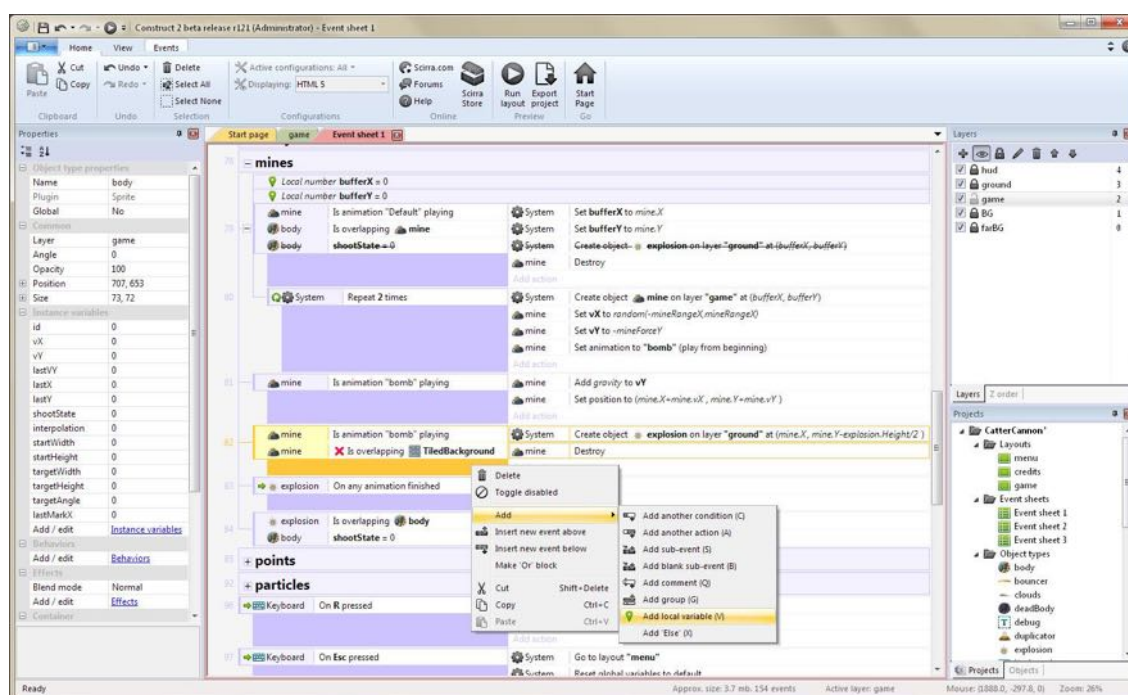
En segon lloc, es va explorar la possibilitat de fer servir l'Android Studio. Android Studio és l'entorn de desenvolupament d'aplicacions oficial de la plataforma mòbil Android. Es tracta d'un software ofert i desenvolupat per Google i el seu objectiu principal és facilitar la creació d'aplicacions sense tenir un coneixement tècnic gaire elevat. Es caracteritza per tenir una interfície bastant ordenada (comparada amb altres softwares de programació) i és el principal programa utilitzat per a la creació d'aplicacions Android. Per aquest motiu, tant a la xarxa com a la seva pàgina web oficial es poden trobar milers de tutorials. Aquest entorn requereix també tenir un bon coneixement del llenguatge de programació Java. Una darrera limitació és que només hi ha l'opció d'exportar la plataforma per a que funcioni com una aplicació d'Android.



Imatge 46. Exemple de la interfície d'Android Studio.

3.8.2.3. Construct 2

La tercera opció que es va plantejar era la de realitzar la plataforma amb un programa per a Windows anomenat Construct 2. Construct 2 és un motor de construcció d'aplicacions (enfocada a la creació de jocs) dissenyat específicament per a usuaris amb un baix nivell de programació. Construct 2 presenta una notòria senzillesa en la interfície i en la forma de funcionar, comparat amb els altres programes. Es tracta d'un software amb capacitat d'exportar els projectes a un gran ventall de plataformes com Android, IOS, Windows, Linux, Web (HTML5)... Això proporcionava un gran avantatge ja que com que encara no es tenia clar com es podria fer córrer el sistema operatiu, s'aconseguia un ventall de possibilitats molt ampli. A part, asseguràvem que si hi havia un error amb alguna plataforma, es podia provar amb una altra (ja que la Raspberry, el microordinador on es farà funcionar la plataforma, suporta la instal·lació d'Android, Linux i Windows, entre d'altres). Per contra, aquest programa no disposa de tants tutorials com en les altres opcions, fet que queda compensat en part pel fet que el seu nivell de dificultat és més baix.



Imatge 47. Exemple de la interfície de programació de Construct 2.

3.8.2.4. Tria de l'entorn

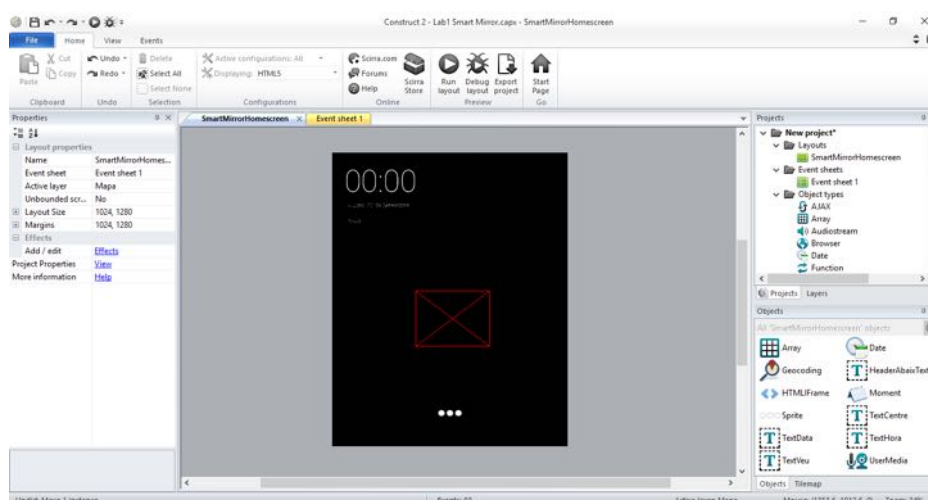
Es va seleccionar la tercera opció, la de fer la interfície amb Construct 2 ja que, donat que els membres del grup en tenien un coneixement bàsic (l'havien utilitzat anteriorment en algun projecte, així com per realitzar proves o intents de crear aplicacions) i tenint en compte el nivell no avançat de programació dels membres de l'equip, era l'opció que oferia més garanties d'obtenir bons resultats.

3.8.2.5. Funcionament de l'entorn del Construct 2

Per tal de començar a programar amb Construct 2, s'ha d'entendre el seu funcionament bàsic i les característiques que proporciona.

El programa es divideix en dos principals seccions. En la primera, trobem la interfície i la part visual de l'aplicació, on s'afegiran els elements, es canviarà la seva disposició, el disseny, els colors, la mida... En la imatge presentada a continuació, es pot veure aquesta pantalla, on es distingeix, a la part central, la que serà la interfície del mirall.

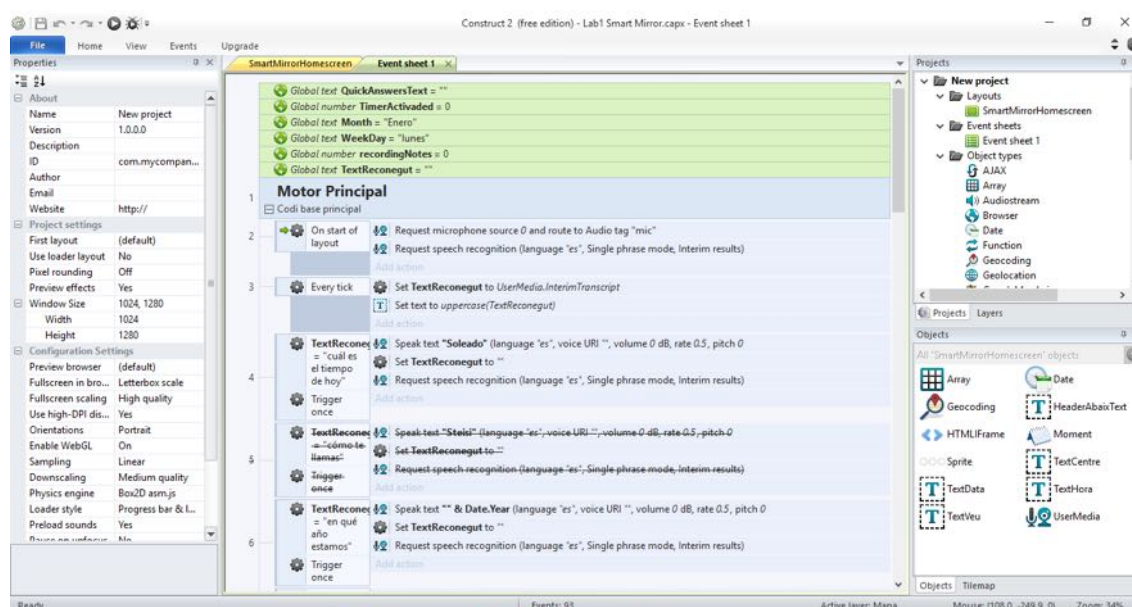
La columna de la dreta serveix per afegir i administrar els objectes, elements i les capes de l'aplicació. En canvi, la columna de l'esquerra permet canviar les característiques concretes de cada element (per exemple, si s'afegeix un quadre de text, permetria canviar el tipus de lletra, el contingut, la mida, el color...).



Imatge 48. Pantalla principal de Construct 2. Aquí es modifica la interfície de l'aplicació.

Per altra banda, hi ha una altra secció que correspon a la part funcional de l'aplicació, és a dir, la programació. En aquesta pantalla, es pot proporcionar un comportament a cada element tal que s'hagi afegit en l'altra secció. Aquí és on es donarà vida a les funcions que finalment haurà de desenvolupar el mirall. Es tracta doncs, de l'apartat on es donen les ordres als diferents elements de l'aplicació.

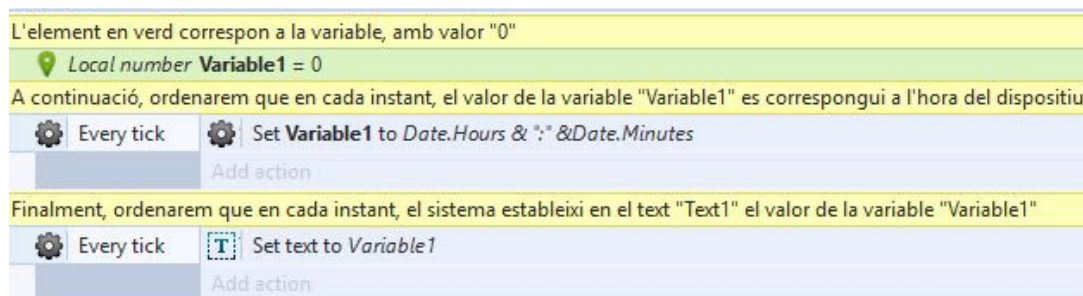
L'estructura del codi es divideix en esdeveniments, és a dir, frases o estructures de codi que realitzaran una acció en cas que es compleixi una determinada condició. Per exemple, la primera ordre que es va escriure va ser que, tot just quan s'iniciï la pantalla principal, es realitzi l'acció d'encendre el micròfon del dispositiu. A continuació es pot veure una captura d'aquesta secció del codi del programa.



Imatge 49. Pantalla de programació de Construct 2.

Com es pot veure, just a sota de l'apartat titulat "Motor Principal", es troba la primera línia de codi que s'ha utilitzat d'exemple. Just a sobre de l'apartat de "Motor Principal", es troba (en color verd) una llista d'elements. Aquests elements corresponen a les variables. Les variables són objectes amb un identificador i un valor (que normalment correspon a un nombre, tot i que es poden utilitzar caràcters o paraules) que es mantenen durant tota l'estona (en cas de que no se'ls ordeni el contrari) en la memòria del dispositiu tot i que el seu valor pot ser modificat en qualsevol moment. S'utilitzen en programació per fe servir valors anteriors guardats. Per exemple, explicant-ho de manera simplificada, si es crea una

variable de nom «Variable01» per desar l'hora actual a cada moment (per exemple «20:30»), es podria crear un text, «Text01» on el seu valor fos «Variable01». Automàticament, la sintaxi del codi, reconeixeria la ordre i el «Text01» mostraria «20:30».



Imatge 50. En aquesta captura es mostra l'exemple anteriorment mencionat.

3.8.2.6. Programació

La programació ha estat dividida en apartats (grups o seccions), cadascun dels quals corresponen a una sèrie d'accions similars. S'ha decidit dividir fer-ho així per maximitzar l'ordre en la programació i evitar un «caos» a l'hora d'estructurar la informació. Això permetrà, entre altres aspectes, que en cas d'aparèixer un error en la programació (conegut en el món de la programació com a *bug*⁴⁸) es pugui trobar ràpidament la part del codi on hi ha aquest error.

Primer de tot, es comença programant un apartat anomenat «Motor Principal», que correspon a les accions principals i més bàsiques que l'aplicació ha de realitzar. Aquest apartat permet que el dispositiu mostri en cada moment l'hora, la data i la temperatura correctes a la pantalla principal de l'aplicació. També s'encarrega de demanar permisos al dispositiu per fer servir el micròfon, activar-lo i començar a reconèixer la veu.

Per tal de fer possible el control per veu, s'utilitzen els serveis de Google de reconeixement de fonètic. Això permet estalviar una feina d'una enorme envergadura i que s'escaparia de les

⁴⁸ L'origen d'aquest terme, procedent de l'anglès, es situa a l'època en que els ordinadors funcionaven amb vàlvules termoiòniques que s'escalfaven molt. A vegades hi havia insectes que accedien dins dels ordinadors i es cremaven en entrar en contacte amb aquestes vàlvules, alterant-ne el funcionament i provocant errades. Els enginyers deien que el responsable de la fallada era un bug (una cuca) i d'aquí es va derivar a associar errada amb aquest terme.

possibilitats dels membres de l'equip. De fet, la majoria d'aplicacions que tenen qualsevol servei de reconeixement fonètic i, fins i tot, gran part dels assistents de veu (com Sherpa⁴⁹), utilitzen les llibreries i els serveis de codi obert que Google ofereix. Aquestes llibreries ja venen incloses de forma predeterminada en el Construct 2, cosa que facilita molt la feina.



Imatge 51. API Speech de Google, servei que proporciona Google de reconeixement de veu.

Tanmateix, fer que el dispositiu estigui en tot moment intentant reconèixer el que l'usuari diu i, en cas de que reconegui la veu, sigui capaç d'executar l'acció prevista, és probablement la qüestió que més va costar i la que més hores de dedicació va requerir. Això ha estat així degut a la dificultat a l'hora d'idear el funcionament lògic i programar l'algoritme, així com a la gran quantitat d'errors que es van obtenir abans d'arribar a la versió definitiva.

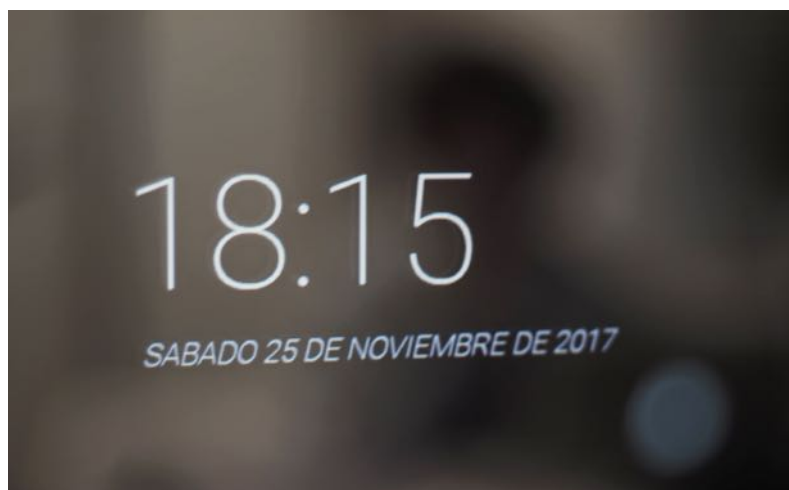
En un primer moment, tal com es veu a les imatges en el treball, es va fer el sistema operatiu en castellà, ja que després d'algunes proves, es va observar que el reconeixement de veu de Google estava més perfeccionat en castellà que en català. Tanmateix, una de les últimes funcions que se li va programar al mirall abans d'entregar el treball, va ser un selector d'idioma que permet optar per el castellà o el català.

A continuació, es mostra una captura de la part corresponent al "Motor Principal" de l'aplicació, on es pot veure el codi corresponent a l'algoritme principal. Cal esmentar que s'ha anat ordenant i simplificant a mesura que s'avançava en el seu desenvolupament, així com eliminant parts que no eren necessàries. La part sota el subgrup titulat "Quadre Exterior" correspon a tres puntets que es van afegir a la pantalla principal, i que només serveixen com a indicador visual de que el sistema està reconeixent la veu. Així doncs, quan el micròfon reconeix que algú està parlant, aquests tres puntets s'encenen a mode de flaix, indicant a l'usuari que està sent reconegut.

⁴⁹ Assistent de veu per a sistemes iOS i Android (veure <http://sher.pa/>)



Imatge 52. Codi programat que forma part del Motor Principal.



Imatge 53. Resultat mostrat al mirall.

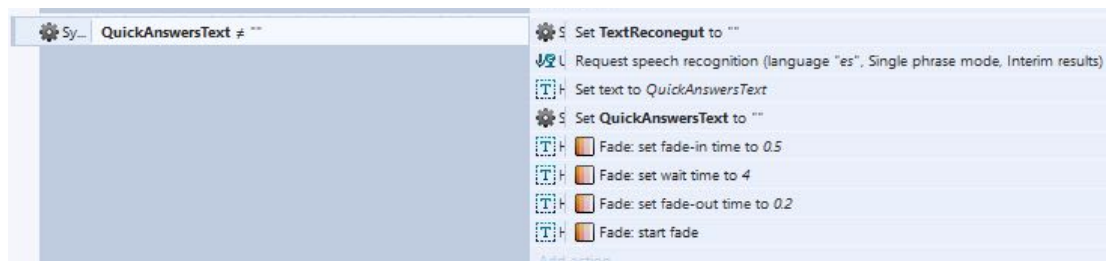
A continuació, es van crear una sèrie de preguntes que el mirall havia de respondre en forma de text en cas de que reconegués una frase. La intenció era comprovar que l'algoritme funcionés correctament i sobretot, ajudar a establir i delimitar l'estructura que hauria de tenir cada frase que es volgués que reconegués. Dit de manera més senzilla, es volia saber quant espai ocuparia el redactat de cada pregunta.



Imatge 54. Estructura inicial d'una pregunta.

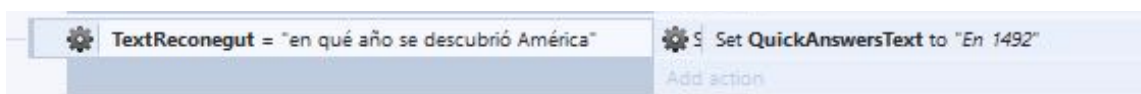
Aquesta és l'estructura inicial que es va crear al començament. En aquest exemple, el sistema responia a la pregunta «¿Cuántos días tiene este mes?», escrivint en el text inferior de la pantalla el resultat. Tot i això, es va destacar que si s'havia de fer un sistema amb una àmplia gamma de preguntes no era permisible que cada pregunta senzilla (és a dir, que només retornés una resposta de text) ocupés set línies de codi. Així que es va revisar l'estructura de les preguntes que s'havien creat i, després de pensar una nova lògica, es va crear una estructura general que, mitjançant la substitució de valors per variables, permetia afegir noves preguntes amb tan sols dues línies de codi.

Per tant, d'aquesta manera, el sistema només havia de substituir una variable en l'estructura general que es presenta a continuació:



Imatge 55. Nova estructura general.

A continuació es mostra un exemple de la nova estructura de les preguntes, que permet passar de set línies a tan sols una.



Imatge 56. Exemple de la nova estructura de cada pregunta. Es pot veure com s'ha simplificat.

Tanmateix, aquesta estructura només permet utilitzar-la en preguntes de resposta simple, en que la resposta és tan sols un valor de text prèviament determinat, com el que es mostra a la captura anterior.

Una altra opció que es va afegir, és la de mostrar un mapa en pantalla. Aquesta opció s'havia intentat dur a terme durant les proves inicials però els resultats no van ser satisfactoris. Tot i això, després d'una exhaustiva tarda de programació, es va aconseguir fer que es mostrés un mapa a la pantalla. Aquest mapa utilitza els serveis de Google Maps (que són d'abast públic per a desenvolupadors) per a buscar les ubicacions que l'usuari sol·liciti. Aquesta funció va ser una de les que més treball va portar, ja que es van obtenir molts errors. Això sí, després de completar-la, va produir una gran satisfacció. A més, s'ha aconseguit que el mapa es mostri seguint l'esquema visual dels altres elements, cosa que el fa visualment molt atractiu.



Imatge 57. Resultat final del mapa

Després de completar totes les accions que es volia que el nostre software realitzés, es va procedir a testejar-ne el funcionament a fi de detectar possibles errades i fer-ne les correccions i millores pertinents. Aquesta fase consistia en la de provar el funcionament de la nostra plataforma i posar-la en diferents situacions compromeses per a detectar errors. Aquest apartat sol ser bastant difícil ja que molts errors són detectats per casualitat i és difícil d'establir en quina línia del codi hi ha l'errada.

Una vegada superats amb èxit els tests, es dona per finalitzat l'entorn de programació⁵⁰.

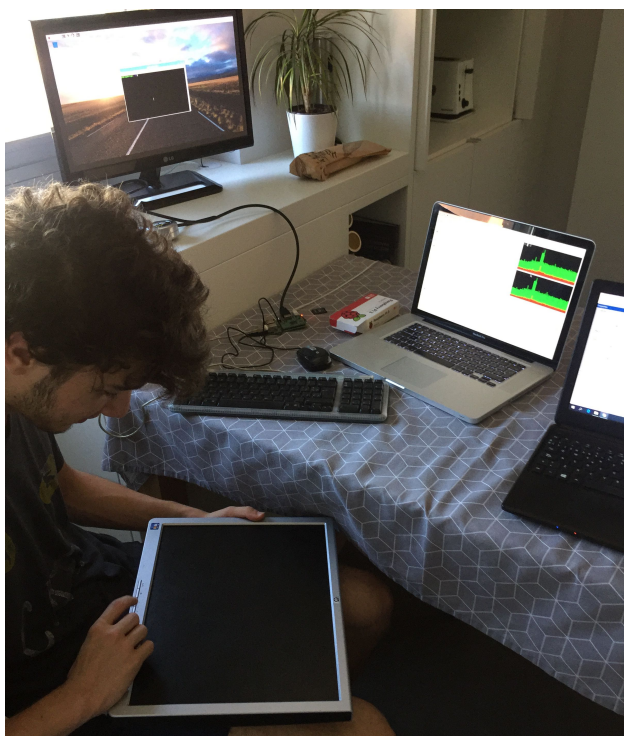
3.9. Instal·lació del sistema operatiu a la Raspberry Pi

Una vegada es va concloure que l'aplicació estava completa, es va procedir a exportar-la per després poder-la instal·lar a la placa.

L'opció de fer funcionar el software sobre sistema Android es va descartar ràpidament, ja que al compilar l'app i instal·lar-la, es va veure que el reconeixement de veu de Construct 2 era incompatible amb Android, fet que ens va confirmar el que ja havíem llegit en fòrums de debat sobre el tema. Per tant, es va deixar de banda aquest mètode i es va intentar de fer-lo funcionar amb el sistema per defecte de la Raspberry, anomenat Raspbian.

Al començar a explorar el funcionament de Raspbian i intentar fer córrer l'aplicació sobre el dispositiu, es va veure que la dificultat era superior a l'esperada. A més, el sistema operatiu era més limitat del que s'esperava, amb molt poques aplicacions i opcions de personalització pròpies. Algunes funcions bàsiques imprescindibles, i que amb sistema Windows es poden realitzar simplement mitjançant el menú de configuració, no era possible executar-les sense necessitat de recórrer a la programació (per exemple, es necessitava que la Raspberry iniciés el programa tot just a l'engegar el sistema o que pogués canviar automàticament l'orientació de la pantalla).

⁵⁰ Veure annex 6.



Imatge 58. Proves inicials amb la Raspberry Pi.

Per mirar de resoldre aquests limitacions, es va haver de buscar informació a internet en webs i fòrums especialitzats. Les respostes que es varen obtenir no van ser prou satisfactòries, i les opcions que es van aconseguir implementar oferien temps de resposta molt elevats.

A més, després d'aconseguir que el software pogués funcionar a la Raspberry, es va veure que hi havia algunes funcions que tampoc no funcionaven a la Raspberry. Algunes de tan essencials com mostrar la hora o obrir el mapa no eren compatibles amb aquesta placa.

Afortunadament, el software funciona perfectament en sistema Windows. Tot i això, no es llença la tovallola i s'intentarà solucionar aquests imprevistos en futures noves actualitzacions, que ja queden fora del marc temporal d'aquest treball de recerca.

4. Conclusions

4.1. Validació dels objectius i verificació de la hipòtesi

Una vegada finalitzades les descripcions dels apartats teòric i pràctic, es procedirà a avaluar l'assoliment dels objectius i a validar la hipòtesi. Es començarà pels objectius:

- **Explorar i estudiar les aplicacions vinculades al concepte de la Internet de les coses i les seves aplicacions:** Es considera que s'ha assolit de forma correcta ja que s'ha pogut obtenir informació contrastada de tots els aspectes plantejats. Com ja es preveia, ha estat difícil trobar llibres de referència i ha calgut cercar-los en llengua anglesa.
- **Estudiar les possibilitats i el funcionament dels miralls intel·ligents:** La recerca ha estat satisfactòria ja que s'ha obtingut una visió força panoràmica de les possibilitats d'aquests dispositius i s'ha pogut també ampliar la base de coneixements amb nous tipus de miralls i les seves aplicacions.
- **Dissenyar i construir una estructura de suport pel dispositiu que s'ajusti a criteris de cost, dimensions, estètics, sostenibilitat, i funcionals:** Es considera que s'ha complert aquest objectiu ja que s'ha aconseguit crear una estructura relativament sòlida i estable que compleix amb tots els requeriments proposats. A part, el cost no ha sigut excessiu, ja que s'ha utilitzat fusta, material que compleix amb el criteris de sostenibilitat i proporciona un acabat estètic atractiu. El límit era de 100€, i el pressupost total ha estat de 91,52€⁵¹.

⁵¹ Veure Annex 8

- **Dissenyar el software necessari per a que actuï com a un sistema operatiu amb una interfície d'usuari que respongui a criteris estètics, d'usabilitat i funcionalitat:** Aquest objectiu també es considera assolit ja que finalment, i després de moltes hores de programació, s'ha pogut dissenyar un sistema operatiu que, després de realitzar les proves pertinents, compleix els criteris estètics (de fet és una interfície neta i minimalista), d'usabilitat (és còmoda i intuïtiva) i permet executar les funcions previstes.
- **Explorar el mercat de plaques controladores i triar la que millor s'ajusti als criteris de treball:** Tot i que el desenvolupament del software en plataforma Windows ofereix uns resultats molt satisfactoris, a l'hora d'executar-lo a la Raspberry Pi no s'ha aconseguit que funcioni de manera totalment correcta i s'han obtingut una gran quantitat d'errors. Es considera que es va destinar molt temps a la programació en la plataforma Windows, subestimant la dificultat tècnica afegida que suposava treballar amb la Raspberry Pi.
- **Aconseguir un mirall que permeti transparentar només el contingut desitjat sense que s'alterin les seves propietats reflectores:** Malgrat les dificultats que ja s'han esmentat en l'obtenció del material, s'ha pogut aconseguir aquest objectiu de manera satisfactòria, ja que el mirall compleix perfectament els requeriments inicials i només transparenta la informació desitjada. Tot i això, s'ha de remarcar que aquest mirall no té un índex de reflexió tan alt com un mirall convencional, cosa que es pot observar a simple vista.

Una vegada valorats els objectius, la hipòtesi plantejada a l'inici d'aquest treball, "Uns alumnes de batxillerat són capaços de dissenyar i construir un mirall intel·ligent totalment funcional i amb un sistema operatiu propi", es considera validada.



Imatge 59. Resultat final del mirall intel·ligent.

Tanmateix, s'ha de tenir en compte que el projecte realitzat és un prototip, i que el sistema operatiu sempre és susceptible de ser millorat i de fer-ne noves versions implementant més funcionalitats. Per tant, no es considera que el treball estigui acabat en la seva totalitat, ja que es projecta introduir noves funcions en el futur.



Imatge 60. Funció de mostrar el mapa. El dispositiu pot mostrar qualsevol ubicació.

+

4.2. Valoració personal

Aquest és un tema que ens ha interessat molt degut a les seves possibilitats de futur. Després de compartir i veure els resultats obtinguts creiem, com a grup, que els resultats han estat satisfactoris i han superat les nostres expectatives. En un primer moment, no confiàvem totalment amb la possibilitat de realitzar aquest projecte amb èxit.

4.3. Propostes de continuïtat

Considerem que el nostre projecte toca molts aspectes que per si mateixos ja podrien ser objecte d'estudi en altres treballs de recerca. Per tant, proposem una sèrie de projectes a realitzar per a les futures promocions que hagin de realitzar el treball de recerca:

El big data: Es podria estudiar les possibilitats d'utilització dels grans volums de dades que es generen de manera automàtica en el nostre entorn domèstic (obtingudes, potser amb un smart mirror). Aquest és un tema molt interessant i que, de fet, donaria per fer diversos treballs de recerca.

Intel·ligència artificial, l'autonomia dels objectes: En aquest projecte, proposaríem estudiar i/o aplicar les possibilitats d'afegir la intel·ligència artificial a la Internet de les coses.

Creació d'una aplicació multiplataforma: Tot i que es tracta d'un treball molt extens, proposem la creació d'una eina multiplataforma a la que es pugui accedir des de diferents dispositius per compartir dades i fitxers.

El debat ètic que obre el big data i la internet de les coses: Es podria estudiar les implicacions que es deriven de fer servir la gran quantitat de dades personals i sensibles, a partir de les que es generen des de tots els dispositius de la internet de les coses.

No voldríem acabar sense animar a tot aquell que vulgui realitzar un projecte de temàtica similar al nostre i oferir-li el nostre suport i ajuda en cas que ens vulgui consultar qualsevol dubte.

5. Relació de fonts d'informació consultades

Abc (2014), *Dos españoles crean un dispositivo para hackear un coche en sólo cinco minutos* [Data de consulta: 18 de juliol de 2017] <<http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20140210/abci-dispositivo-hackea-coche-201402102025.html>>

Agarwal, T. (2015) *Construction and Working Principle of LCD Display*. ElProCus [Data de consulta: 2 de Setembre de 2017] <<https://www.elprocus.com/ever-wondered-lcd-works/>>

Alonso Dos Santos, M. (2016) *Cómo hacer un espejo inteligente casero*. Profealonso [Data de consulta :16 d'Agost del 2017] <<http://www.profealonso.com/single-post/2016/07/24/Cómo-hacer-un-espejo-inteligente-casero>>

Antona, M., Stephanidis, C. (2015) *Universal Access in Human-Computer Interaction. Access to Learning, Health and Well-Being*. Springer. ISBN 978-3-319-20684-4

Bellis, M. (2017) *The History of Glass*. ThoughtCo. [Data de consulta: 31 d'Agost de 2017] <<https://www.thoughtco.com/history-of-glass-1991846>>

Bolch, E. (1903) *Transparent mirror*. Google Patents [Data de consulta: 31 d'Agost de 2017] <<https://www.google.com/patents/US720877>>

Fisher, T. (2017) *What is Liquid Crystal Display (LCD)?* Lifewire [Data de consulta: 2 de Setembre de 2017] <<https://www.lifewire.com/what-is-liquid-crystal-display-lcd-2625913>>

Greenberg, A (2016), *A New Wireless Hack Can Unlock 100 Million Volkswagens*, Wired [Consultat el 18/07/2017] <<https://www.wired.com/2016/08/oh-good-new-hack-can-unlock-100-million-volkswagens/>>

Greengard, S (2015), *The Internet Of Things*, Cambridge, Massachussets: Masachussets Institute of Technology Press, ISBN 978-0-262-52773-6

Greenough, J (2015), *The Internet Of Everything*, Business Insider [Consultat el 9/07/2017] <<http://www.businessinsider.com/internet-of-everything-2015-bi-2014-12>>

Iberica de Aluminio y Cristal (2017), *Cristal Reflectasol* [Data de consulta: 31 d'Agost de 2017] <<http://ibericasl.es/cristal-reflectasol/>>

Kleinman, Z (2013), *Car Hackers Use Laptop To Control Standard Car*, BBC [Consultat el 22/07/2017] <<http://www.bbc.com/news/technology-23443215#nnn>>

LG (2017) , *Better Life With Iot, Products: Kitchen, Lg Smart Thing* [Consultat el 09/07/2017] <<http://www.lg.com/us/discover/smartthing/kitchen>>

Llamas, L. (2016) *Detector de obstáculos con sensor infrarrojo y arduino* [Data de consulta: 2 de Setembre de 2017] <<https://www.luisllamas.es/detectar-obstaculos-con-sensor-infrarrojo-y-arduino/>>

Llamas, L (2016) *Controla tus proyectos con arduino y joystick analógico* [Data de consulta: 6 de Setembre de 2017] <<https://www.luisllamas.es/arduino-joystick/>>

Manyika J, Chui M, (2011), *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*, McKinsey & Company [Consultat el 22/07/2017] <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>>

Manyika J, Chui M i altres (2015), *Unlocking the potential of the internet of things*, McKinsey & Company [Consultat el 03/07/2017] <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-Internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>

Milnes, H (2015) *How tech in Rebecca Minkoff's fitting rooms tripled expected clothing sales*. Digiday UK [Data de consulta :16 d'Agost del 2017] <<https://digiday.com/marketing/rebecca-minkoff-digital-store/>>

MirroCool INC (2017) *MirroCool: all-in-one Smart Mirror and Personal Assistant*. Kickstarter [Data de consulta :16 d'Agost del 2017] <<https://www.kickstarter.com/projects/mirrocool/mirrocool-the-smart-mirror-that-knows-you?lang=es>>

News Center LATAM (2016), *16 increíbles estadísticas que pronostican el futuro del internet de las cosas*, Microsoft [Consultat el 03/07/2017] <<https://news.microsoft.com/es-xl/16-increibles-estadisticas-que-pronostican-el-futuro-de-Internet-de-las-cosas/#sm.00000ca3i30j0afqnuqxmjqz54uv>>

n-tech Research (2015) *Smart Mirrors Technologies and Markets*. [Data de consulta: 30 d'Novembre del 2017] <<https://es.slideshare.net/NanoMarkets/nano-823-ch1>>

n-tech Research (2015) *Smart Mirrors Technologies and Markets*. [Data de consulta: 30 d'Novembre del 2017] <<https://es.slideshare.net/NanoMarkets/nano-823-ch1>>

n-tech Research (2015) *Smart Mirrors Technologies and Markets*. [Data de consulta: 30 d'Novembre del 2017] <<https://es.slideshare.net/NanoMarkets/nano-823-ch1>>

One-way mirror. (2017). En Wikipedia, The Free Encyclopedia. [Data de consulta: 31 d'Agost de 2017] <https://en.wikipedia.org/wiki/One-way_mirror>

Pastor, J. (2013) , *Sherpa, el asistente de voz español, desembarca en EEUU*, Xatakandroid <<https://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/sherpa-el-asistente-de-voz-espanol-desembarca-en-ee-uu>>

Patkar, M. (2016) *6 Best Raspberry Pi Smart Mirror Projects We've Seen So Far*. MakeUseOf [Data de consulta: 15 de Novembre de 2017] <<http://www.makeuseof.com/tag/6-best-raspberry-pi-smart-mirror-projects-weve-seen-far/>>

Raspberry Pi (2015) *Raspberry Pi Zero*. Raspberry Pi [Data de consulta: 5 d'Agost del 2017] <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero/>>

Raspberry Pi (2016) *Raspberry Pi 3*. Raspberry Pi [Data de consulta: 5 d'Agost del 2017] <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>>

Raspberry Pi (2017) *Raspberry Pi Zero W*. Raspberry Pi [Data de consulta: 5 d'Agost del 2017] <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/>>

Samsung (2015), *Qué es el internet de las cosas* [Consultat el 03/07/17] <<http://www.samsung.com/es/a-fondo/smart-home/que-es-el-Internet-de-las-cosas/>>

Sensor de ultrasonidos (2017) *Sensor de ultrasonidos*, Universitat Politècnica de València [Data de consulta: 6 de Setembre de 2017] <<http://wiki.robotica.webs.upv.es/wiki-de-robotica/sensores/sensores-proximidad/sensor-de-ultrasonidos/>>

SELFIE (2017) *The Magical Mirror*. iStrategy Labs [Data de consulta :16 d'Agost del 2017] <<https://isl.co/products/selfie/#intro>>

Stamford, Conn. (2013), *The Internet Of Things Installed Base Will Grow To 26 Billion Units By 2020*, GARTNER [Data de consulta: 5 de juliol de 2017] <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2636073>>

Tatay, M. (2017) *Entrevista con Francis Ocana , el Internet de las cosas*, Prisma. [Consultat el 05/07/17] <<https://beprisma.com/entrevista-con-francis-ocana-el-Internet-de-las-cosas/>>

6. Annexos

Annex 1. Descripció dels diferents tipus de sensors de presència / moviment.

- Làser: és el més senzill i barat. Només pot donar dues senyals binàries (0 o 1). Presenta l'inconvenient de que la llum del làser és visible per l'ull humà.
- Infrarojos: és una mica més car que el làser i visible per a l'ull humà. Pot informar de la distància estimada a què es troba l'objecte detectat, però no de forma molt precisa a causa de que, segons quin sigui el color, el material, la forma i la posició de l'objecte, els infrarojos es poden reflectir més o menys.
- Ultrasons: una mica més car que els infrarojos. L'oïda humana no percep els ultrasons i informa de la distància de manera molt precisa.



Exemple de sensor d'infrarojos



Exemple de sensor d'ultrasons

Annex 2: Conversa informativa amb TwoWayMirror

Chat started on 05 Jul 2017, 07:03 PM (GMT+0)

(07:03:54) **** Visitor 69713538 joined the chat ****

(07:03:54) **Visitor 69713538:** How thick is the smart mirror?

(07:03:59) **** Maria joined the chat ****

(07:04:12) **Maria:** We have it in 3mm and 6mm thickness

(07:05:17) **Visitor 69713538:** Ok and if i put it on a tablet, the touch overlay of the tblet will work?

(07:06:29) **Maria:** Not through the glass material.

(07:07:16) **Maria:** Your finger needs to touch the tablet in order for it communicate. The glass blocks that translation.

(07:07:52) **Visitor 69713538:** And will itwork with the film?

(07:08:24) **Maria:** directly to the tablet?

(07:08:31) **Visitor 69713538:** yes

(07:09:27) **Maria:** It might work. But the film will not hold up overtime! It is not the most durable solution. And to apply it you use a soap/water mixture. Not the best for technology!

(07:11:24) **Visitor 69713538:** so the only way to interact with the smart mirror via touching is buying a touch verlay for the glass?

(07:11:52) **Maria:** IR Touch Overlay or a Touch Film/Foil!

(07:13:06) **Visitor 69713538:** will it work for what i told you?

(07:13:26) **Visitor 69713538:** the touch fil foil

(07:13:43) **Visitor 69713538:** film/FOIL*

(07:14:12) **Visitor 69713538:** or what is it? i can't find it

(07:16:23) **Maria:** <https://www.touchfoil.us/>

- (07:17:49) **Maria:** https://www.amazon.com/s/ref=nb_sb_noss_1?url=search-alias%3Daps&field-keywords=ir+touch+frame
- (07:18:24) **Visitor 69713538:** Too expensive
- (07:19:10) **Visitor 69713538:** Well, Thank You for your help
- (07:19:47) **Visitor 69713538:** Wait one last thing
- (07:19:51) **Maria:** Good luck on your project!
- (07:20:32) **Visitor 69713538:** you told me that the smart mirror won't work with the glass, how about the acrylic?
- (07:21:46) **Maria:** Both materials do not have touch technology in them! They are optically coated dense materials! You will need an additional touch technology to communicate with the tablet if you are going to cover it up!
- (07:22:12) **Maria:** Unfortunately no easy option at this time. Tablets are more for displays then touching through the mirror.
- (07:22:35) **Maria:** Any touch smart mirror you've ever seen is most likely a monitor or television with the IR frame.
- (07:22:59) **Visitor 69713538:** Ok thanks!
- (07:23:05) **Maria:** My pleasure!
- (07:46:42) **** Visitor 69713538 left the chat ****

Annex 3. Conversa amb l'enginyer Alan Lobban

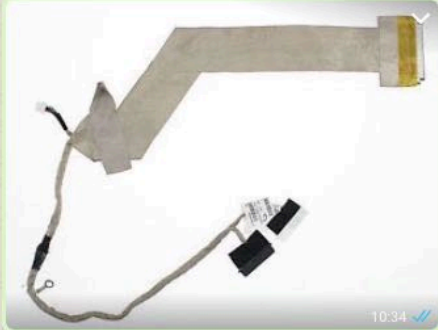
Alan Lobban
últ. vez hoy a las 19:55

17/7/2017

Las llamadas y mensajes enviados a este chat están seguros con cifrado de extremo a extremo.

Hola Alan, soy Diego Cruañes. Quería preguntarte si nos puedes ayudar con un tema de nuestro TDR:
Nuestro objetivo en el TDR es hacer un smart mirror con una Raspberry Pi, para ello hemos comprado la Raspberry Pi 3 model B y también necesitamos una pantalla con conector HDMI. Hemos conseguido un ordenador HP Compaq 6720s estropeado y le hemos sacado la pantalla, al hacerlo hemos visto que tiene un conector como la foto que te he enviado y me gustaría saber si hay algún conversor de esa conexión a HDMI, necesitamos una pantalla y por el momento es la única grande que tenemos.
Gracias.

10:34 ✓



Y sabrías decirme cómo se llama este tipo de conector? Para poder buscarlo.

10:37 ✓

Hola ! Dejame preguntar por aqui. O sea - necesitas una pantalla (tamanyo??) Con conexion HDMI para poder trabajar?

11:02

No necesitamos una pantalla de un tamaño concreto pero hemos visto que unas 15" va bien, la que hemos conseguido es de 15,3" pero el problema es el conector

11:40 ✓

Necesitamos conectarlo a la Raspberry Pi 3

11:40 ✓

Ok. Pregunto

11:45

Segun mis colegas..esto es LVDS que va a la pantalla del portatil. No es compatible con HDMI. Existen adaptores HDMI - VGA y cualquier monitor con VGA funcionaria. Yo tengo varios monitores en casa con VGA por ejemplo por si quieres alguno.

17:26

Vale, lo comento con mis compañeros y te digo algo, a ver si tenemos alguna pantalla VGA

17:28 ✓

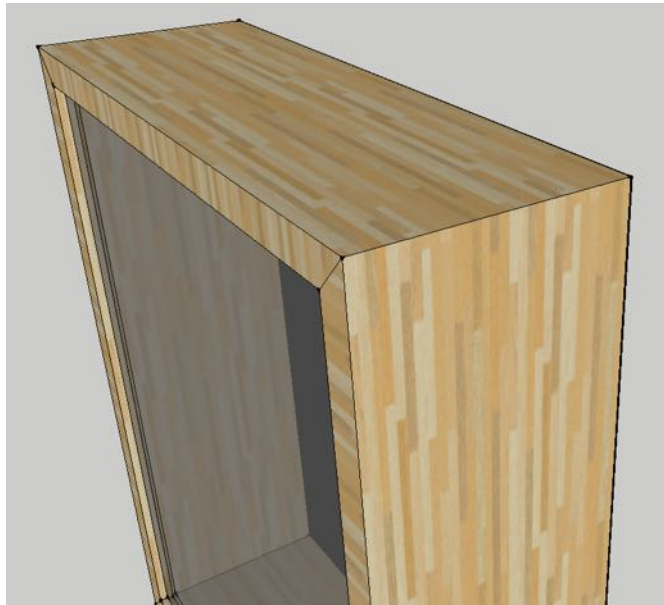
Ya lo he preguntado y no tenemos ninguna disponible. Si tienes alguna disponible nos iría muy bien una pantalla

17:32 ✓

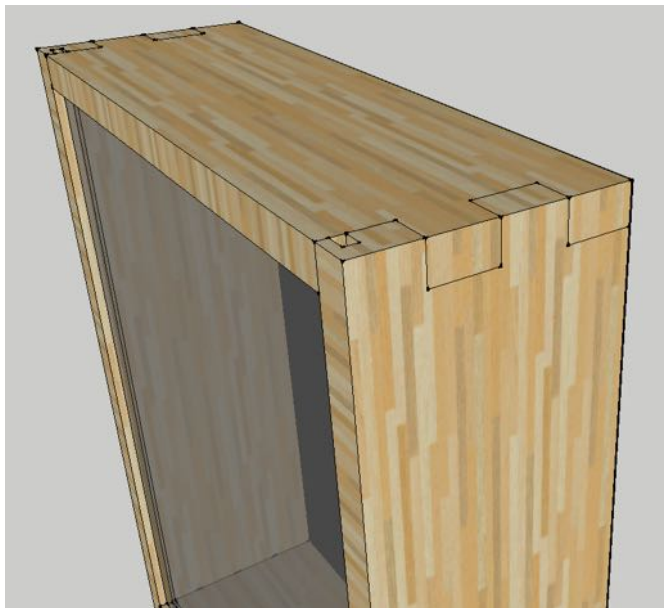
Si. Ningun problema. Son estos tipo sobremesa. Tengo en casa 3 o 4 ..

18:35

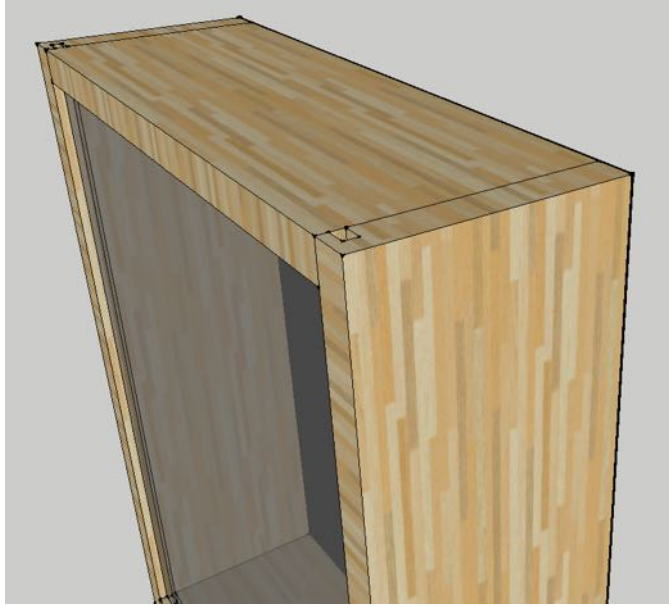
Annex 4. Detall dels prototipus d'unió de la carcassa



En angle de 45° (en biaix)






En forma de cua d'oreneta



Unit amb claus

Annex 5. Característiques dels models de Raspberry

Model	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi 3
Fotografia			
Preu	5€	11€	48€
RAM	512MB	512MB	1GB
Connexions	<ul style="list-style-type: none"> - Mini-HDMI port - Micro-USB OTG port - Micro-USB power - HAT-compatible 40-pin header - Composite video and reset headers - CSI camera connector (v1.3 only) 	<ul style="list-style-type: none"> - 802.11 b/g/n wireless LAN - Bluetooth 4.1 - Bluetooth Low Energy (BLE) - Mini-HDMI port - Micro-USB OTG port - Micro-USB power - HAT-compatible 40-pin header - Composite video and reset headers - CSI camera connector 	<ul style="list-style-type: none"> - 40-pin extended GPIO - 4 USB 2 ports - 4 Pole stereo output and composite video port - Full size HDMI - CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera - DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display - Micro SD port for loading your operating system and storing data - Upgraded switched Micro USB power source up to 2.5A

Annex 6: Llistat del codi desenvolupat

	Global number MapZoom = 16	
	Global text MapPlaceToShow = ""	
	Global text FinalTranscript = ""	
	Global text QuickAnswersText = ""	
	Global number TimerActivaded = 0	
	Global text Month = "Enero"	
	Global text WeekDay = "lunes"	
	Global number recordingNotes = 0	
	Global text TextReconegut = ""	
Motor Principal		
1	Codi base principal	
2	On start of layout	Get media sources Request microphone source 0 and route to Audio tag "mic" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Request microphone source 1 and route to Audio tag "mic" Add action
3	On media request approved	Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Add action
4	Every tick	Set TextReconegut to <i>UserMedia.InterimTranscript</i> Set text to <i>uppercase(TextReconegut)</i> Add action
5	On speech recognition ended	Add action
6	Is recognising speech	Start Timer "Timerr" for 0.3 (Regular) Add action
7	On Timer "Timerr"	Add action
8	Is recognising speech	Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Add action
Tres Puntets		
9	S'encen quan comença a reconèixer la veu	
10	UserMedia.InterimTranscript > "" Trigger once	Fade: set fade-out time to 0.2 Fade: set wait time to 0.01 Fade: set fade-in time to 0.2 Fade: restart fade Set Visible Start Stream playing: "notification.m4a" Add action
11	Is playing	Add action

12 Hora i Data	
- Informació principal sempre visible	
13	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Every tick</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>T Set text to <code>Date.Hours & ":" & Date.Minutes</code></p> <p>T Set text to <code>uppercase(WeekDay & " " & Date.Date & " DE " & Month & " DE " & Date.Year)</code></p> <p>Add action</p> </div> </div>
14 Dia De La Setmana	
- De valor numeric a text	
15	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 1</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Lunes"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
16	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 2</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Martes"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
17	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 3</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Miercoles"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
18	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 4</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Jueves"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
19	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 5</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Viernes"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
20	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 6</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Sabado"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
21	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Day = 5</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set WeekDay to "Domingo"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
22 Mes	
- De valor numeric a text	
23	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 0</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Enero"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
24	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 1</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Febrero"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
25	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 2</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Marzo"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
26	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 3</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Abril"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
27	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 4</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Mayo"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
28	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 5</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Junio"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
29	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 6</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Julio"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
30	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 7</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Agosto"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
31	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 8</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Setiembre"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
32	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 9</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Octubre"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
33	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 10</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Noviembre"</p> <p>Add action</p> </div> </div>
34	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>⚙️ Moment.Month = 11</p> </div> <div style="width: 65%;"> <p>⚙️ Set Month to "Diciembre"</p> <p>Add action</p> </div> </div>

Cronòmetre

<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "iniciar cronòmetre" - or - TextReconegut = "cronòmetre" - or - TextReconegut = "timer" 	<ul style="list-style-type: none"> Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0) Set TextReconegut to "" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Start timer "timer" Set Visible Fade: set fade-in time to 1 Fade: restart fade Fade: set fade-out time to 0 Set TimerActivaded to 1
<ul style="list-style-type: none"> TimerActivaded = 1 	<ul style="list-style-type: none"> Every tick 	<ul style="list-style-type: none"> Set text to <code>round(Date.Timer("timer"))</code>
<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "parar cronòmetre" - or - TextReconegut = "detener cronòmetre" - or - Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0) Set TextReconegut to "" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Pause timer "timer" Set TimerActivaded to 0
<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "borrar cronòmetre" Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0) Set TextReconegut to "" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Set Invisible Fade: set fade-out time to 1 Fade: set fade-in time to 0 Fade: restart fade Set TimerActivaded to 0

42 **RadioStream**

43 **Rac1**

44

- TextReconegut = "RAC U"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://xcast3.radiocat.net/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: set fade-in time to 3
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

45

- TextReconegut = "abrir RAC U"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://xcast3.radiocat.net/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

46 **Rac105**

47

- TextReconegut = "abrir RAC sensing"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://ios105.radiocat.net/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: set fade-in time to 3
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

48

- TextReconegut = "RAC sensing"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://ios105.radiocat.net/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

49 **Flaixbac**

50

- TextReconegut = "abre Flaixbac"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://radiostream.radioflaixbac.cat:8004/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: set fade-in time to 3
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

51

- TextReconegut = "Flaixbac"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://radiostream.radioflaixbac.cat:8004/;"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

52 **Quijote**

53

- TextReconegut = "léeme el Quijote"
- Trigger once

- Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- Set TextReconegut to ""
- Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- Start Stream playing: "http://sdmedia.playser.cadenaser.com/Cervantes/Episodio_01.mp3"
- Set text to "GRITA STOP PARA VOLVER"
- Fade: set fade-in time to 3
- Fade: start fade
- Fade: set fade-out time to 0
- Add action

54 **Stop**

55

- ⚙️ TextReconegut = "stop"
- ⚙️ Trigger once

- 🔊 Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- ⚙️ Set TextReconegut to ""
- 🔊 Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- 🔊 Stop Stream playing
- 🔊 Fade: restart fade
- 🔊 Fade: set fade-out time to 0.5
- 🔊 Fade: set fade-in time to 0
- 🔊 Fade: set wait time to 0.3
- Add action

56

- ⚙️ TextReconegut = "esto"
- ⚙️ Trigger once

- 🔊 Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0)
- ⚙️ Set TextReconegut to ""
- 🔊 Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results)
- 🔊 Stop Stream playing
- 🔊 Fade: restart fade
- 🔊 Fade: set fade-out time to 0.5
- 🔊 Fade: set fade-in time to 0
- 🔊 Fade: set wait time to 0.3
- Add action

57 **LoadFonts**

Per si acas es troba error al exportar

58

- ➡️ ⚙️ On start of layout

- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- 🔊 Set web font "Roboto" from "https://fonts.googleapis.com/css?family=Roboto:100"
- Add action

59	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "cuántos días tiene este mes" Trigger once 	<ul style="list-style-type: none"> Speak text "" (language "es", voice URI "", volume 0 dB, rate 0.5, pitch 0) Set TextReconegut to "" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Set text to <i>Moment.DaysInMonth</i> Fade: set fade-in time to 1 Fade: restart fade Fade: set fade-out time to 0 Add action
60	<ul style="list-style-type: none"> QuickAnswersText ≠ "" 	<ul style="list-style-type: none"> Set TextReconegut to "" Request speech recognition (language "es", Single phrase mode, Interim results) Set text to <i>QuickAnswersText</i> Set QuickAnswersText to "" Fade: set fade-in time to 0.5 Fade: set wait time to 4 Fade: set fade-out time to 0.2 Fade: start fade Set <i>FinalTranscript</i> to <i>UserMedia.InterimTranscript</i> Add action
61	Database de Preguntes	
62	Estat del sistema operatiu	
63	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "cómo te llamas" 	<ul style="list-style-type: none"> Set QuickAnswersText to "Me llamo Noa" Add action
64	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "cuál es tu nivel de batería" 	<ul style="list-style-type: none"> Set QuickAnswersText to <i>Browser.BatteryLevel</i> Add action
65	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "bajar brillo" 	<ul style="list-style-type: none"> Set layer 0 opacity to 50 Set layer 1 opacity to 50 Add action
66	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "subir brillo" 	<ul style="list-style-type: none"> Set layer 0 opacity to 100 Set layer 1 opacity to 100 Add action

67	Random	
	Local number CaraOCruz = -1	
68	TextReconegut = "cara o cruz"	Set CaraOCruz to round(random(0,1)) Add action
69	CaraOCruz = 0	Set QuickAnswersText to "Cara" Set CaraOCruz to -1 Add action
70	CaraOCruz = 1	Set QuickAnswersText to "Cruz" Set CaraOCruz to -1 Add action
	Local number PiedraPapelTijera = -1	
71	TextReconegut = "piedra papel tijera"	Set PiedraPapelTijera to round(random(1,3)) Add action
72	PiedraPapelTijera = 1	Set QuickAnswersText to "Piedra" Set PiedraPapelTijera to -1 Add action
73	PiedraPapelTijera = 2	Set QuickAnswersText to "Papel" Set PiedraPapelTijera to -1 Add action
74	PiedraPapelTijera = 3	Set QuickAnswersText to "Tijera" Set PiedraPapelTijera to -1 Add action
75	Historia	
76	TextReconegut = "cuántas chimeneas tenía el Titanic"	Set QuickAnswersText to "Tenia 4 chimenas" Add action
77	TextReconegut = "en qué año se descubrió América"	Set QuickAnswersText to "En 1492" Add action
78	TextReconegut = "en qué año empezó la Revolución Francesa"	Set QuickAnswersText to "En 1789" Add action
79	TextReconegut = "en qué año empezó la Revolución Rusa"	Set QuickAnswersText to "En 1917" Add action
80	TextReconegut = "en qué año mataron a Kennedy"	Set QuickAnswersText to "En 1963" Add action
81	TextReconegut = "quién descubrió la penicilina"	Set QuickAnswersText to "Alexander Fleming" Add action

82	Fisica i quimica	
83	TextReconegut = "cuál es la fórmula de la relatividad"	Set QuickAnswersText to "E=mc^2"
84	TextReconegut = "cuántas proteínas tiene el pollo"	Set QuickAnswersText to "27g"
85	Map	
86	UserMedia.FinalTranscript ≠ ""	Set FinalTranscript to UserMedia.FinalTranscript
87	TextReconegut = "amplia el mapa"	
	- or -	
	TextReconegut = "ampliar"	
	- or -	
	TextReconegut = "ampliar mapa"	
88	Trigger once	Set MapZoom to MapZoom+1
	TextReconegut = "reduce el mapa"	
	- or -	
89	TextReconegut = "reducir"	
	- or -	
	TextReconegut = "reducir mapa"	
90	Trigger once	Set MapZoom to MapZoom-1
91	Every tick	GoogleStaticMap set zoom level to MapZoom
		Load image from Map.GoogleStaticMap.MapURL (Resize to image size, cross-origin anonymous)
	TextReconegut = "abre el mapa"	Set Visible
	- or -	Fade: set fade-in time to 1
92	TextReconegut = "abrir mapa"	Fade: set fade-out time to 0
	- or -	Fade: start fade
	TextReconegut = "mapa"	GoogleStaticMap set center to "Pla Farreras"
		Load image from Map.GoogleStaticMap.MapURL (Resize to image size, cross-origin anonymous)

93	<ul style="list-style-type: none"> On Fade fade-in finished 	<ul style="list-style-type: none"> Set text to "Escoja ubicación" Fade: set fade-in time to 0.4 Fade: set fade-out time to 0 Fade: start fade
94	<ul style="list-style-type: none"> TextReconegut = "cierra el mapa" - or - TextReconegut = "Israel mapa" - or - TextReconegut = "cerrar mapa" - or - TextReconegut = "cerrar" 	<ul style="list-style-type: none"> Fade: set fade-in time to 0 Fade: set fade-out time to 1 Fade: start fade Fade: set fade-in time to 0 Fade: set fade-out time to 1.5 Fade: start fade Set text to "" Set MapPlaceToShow to "Pla Farreras"
95	Is visible	Add action
96	UserMedia.FinalTranscript ≠ ""	Set MapPlaceToShow to UserMedia.FinalTranscript
97	<ul style="list-style-type: none"> MapPlaceToShow ≠ "" MapPlaceToShow ≠ "abre el mapa" MapPlaceToShow ≠ "ampliar" MapPlaceToShow ≠ "reducir" MapPlaceToShow ≠ "abrir mapa" MapPlaceToShow ≠ "mapa" MapPlaceToShow ≠ "reducir mapa" MapPlaceToShow ≠ "reducir" 	<ul style="list-style-type: none"> GoogleStaticMap set center to MapPlaceToShow Load image from Map.GoogleStaticMap.MapURL (Resize to image size, cross-origin anonymous)
98	On start of layout	<ul style="list-style-type: none"> Set API key to "AlzaSyBR6zQJ3tsKUnpCO96P2FDC2sbRUNAQCY0" Load API Load image from Map.GoogleStaticMap.MapURL (Resize to image size, cross-origin anonymous)
99	Is visible	Set Visible
100	Is visible	Set Invisible

Annex 7. Llistat de comandaments orals

CONCEPTE	ORDRE	RESPOSTA	ANOTACIONS
CRONÒMETRE	“Abrir cronómetro” “Cronómetro”	Es fa visible un cronòmetre al mig de la pantalla	Es compta per segons, sense límit.
	“Parar cronómetro” “Detener cronómetro”	Es pausa el comptador de segons	
	“Borrar cronómetro”	El cronòmetre es fa invisible	
DIES	“¿Cuántos días tiene este mes?”	Mostra un text inferior amb el nombre total de dies que té el mes	Exemple de mostra: 31
RÀDIO	“Abrir Rac 1” “Rac 1”	Es reproduïx l'emissora Rac 1 en directe	
	“Abrir Rac 105” “Rac 105”	Es reproduïx l'emissora Rac 105 en directe	
	“Abre Flaixbac” “Flaixbac”	Es reproduïx l'emissora Flaixbac en directe	

CONCEPTE	ORDRE	RESPOSTA	ANOTACIONS
	“Stop”	S’atura la ràdio	Al haver-hi la ràdio encesa, pot necessitar un crit per que ho senti correctament.
ESTAT DEL DISPOSITIU	¿Cómo te llamas?	Text inferior que diu: “Me llamo NOA”	
	“¿Cuál es tu nivel de batería?”	Text inferior que mostra el nivell de bateria	En cas de no estar connectat a la corrent. Pot no funcionar en tots els dispositius.
	“Bajar brillo”	Es baixa la lluentor dels elements al 50%	Al utilitzar <i>plugins</i> externs, pot no funcionar en tots els elements.
	“Subir brillo”	Es puja la brillantor dels elements al 100%	En cas de que la lluentor ja sigui 100%, no es realitzarà res.
ALEATORIETAT	“Cara o cruz”	El dispositiu escull una opció aleatòriament	Funció extreta de l’assistent de iOS, Siri.
	“Piedra, papel, tijera”	El dispositiu escull una opció aleatòriament	

CONCEPTE	ORDRE	RESPOSTA	ANOTACIONS
MAPA	<p>“Abre el mapa”</p> <p>“Abrir el mapa”</p> <p>“Mapa”</p>	<p>S'obre un mapa físic al centre de la pantalla. Es mostra un text inferior que diu: ESCOJA UBICACIÓN</p>	<p>S'utilitza la tecnologia de Google per mostrar el mapa.</p> <p>La ubicació inicial és l'institut Joaquina Pla i Ferreras.</p>
	<p>“[Ubicació]” (ex: “- Plaça Catalunya”)</p>	<p>Es mostra el mapa físic de la ubicació desitjada</p>	<p>Es mostra qualsevol ubicació (depèn de la API de Google Maps).</p>
	<p>“Amplia el mapa”</p> <p>“Ampliar mapa”</p> <p>“Ampliar”</p>	<p>Es mostra una versió més reduïda de la superfície.</p>	
	<p>“Reduce el mapa”</p> <p>“Reducir mapa”</p> <p>“Reducir”</p>	<p>Es mostra una versió més gran de la superfície”</p>	
	<p>“Cierra el mapa”</p> <p>“Cerrar el mapa”</p> <p>“Cerrar”</p>	<p>Es fa invisible el mapa en pantalla. Es restableix la ubicació per defecte a l'institut Joaquina Pla i Ferreras</p>	

PREGUNTES DE RESPOSTA RÀPIDA	Creades per provar un algoritme que facilitava la programació a l'hora d'afegir noves preguntes. D'aquesta manera, ens permetia afegir noves preguntes en un temps molt reduït. No es tracten de preguntes essencials, però l'objectiu era fer-ne el màxim possible per enriquir la capacitat d'interacció del mirall.		
CONCEPTE	ORDRE	RESPOSTA	ANOTACIONS
HISTÒRIA	¿En qué año se descubrió América?	Text inferior: En 1492.	Subjecte a l'explicació històrica oficial.
	¿En qué año empezó la revolución Francesa?	Text inferior: En 1789.	
	¿En qué año empezó la revolución Rusa?	Text inferior: En 1917.	
	¿En qué año mataron a Kennedy?	Text inferior: En 1963.	
	¿Cuántas chimeneas tenía el Titanic?	Text inferior: Tenia 4 chimeneas.	
FÍSICA I QUÍMICA	¿Cuál es la fórmula de la relatividad?	Text inferior: $E=mc^2$	
	¿Quién descubrió la penicilina?	Text inferior: Alexander Fleming	
BIOLOGIA	¿Cuántas proteínas tiene el pollo?	Text inferior: 27g	Cada 100g. <i>Font: usda.gov</i>

Annex 8: Pressupost

Material	Cost
Mirall	25,00€
Placa controladora	41,24€
Fusta	10,50€
Altaveus	8,75€
Adaptador USB-JACK	1,44€
Despeses d'enviament	4.59€
Total	91,52€

La resta de materials han estat reciclats o aconseguits de manera gratuïta.