

Adaptació d'una llar al procés Smart

Roger Sevillano Oriola

Resum– En el nostre dia a dia, les accions que podem fer en una casa ens resulten simples i sense cap tipus de repte afegit, no tenim problemes a la hora de moure'ns o de sentir-nos còmodes. Aquesta sensació pot canviar si ens trobem en el cas en que patim un accident i la nostra mobilitat queda reduïda temporalment o si, simplement, sòm gent gran i tenim menys flexibilitat o patim algun problema de mobilitat o de capacitat cognitiva. Per això, és necessari un sistema que pugui ajudar a totes aquelles persones que no poden desenvolupar les tasques quotidianes amb normalitat. Aquest sistema ha de controlar automàticament diferents accions que facin que la mobilitat sigui més còmode i fàcil per a tots els usuaris. Aquesta eina ens informarà en temps real de l'estat del sistema i ens alertarà en cas que hi hagi algun problema que necessiti d'ajuda externa, tot això es durà a terme a través d'una aplicació mòbil. El sistema estarà format per un detector de pas que funciona amb llum infraroja i que ens ajudarà a saber tant si el camí està bloquejat o si la llum de l'habitació està encesa o apagada. Aquesta solució també incorpora un sensor de temperatura en un mòdul sense fils que automàticament informarà de la necessitat d'aclimatar el lloc on estigui situat el sensor.

Paraules clau– Control automàtic, persones amb dificultats, microcontrolador, Arduino Nano.

Abstract– In our day to day, the actions we can do in a house are simple and without any added challenge, we have no problems when moving around or feeling comfortable. This feeling can change if we are suffer an accident and our mobility is temporarily reduced or if, simply, we are older people and we have less flexibility or we suffer some mobility problem or cognitive ability. Therefore, it is necessary to have a system that can help all those people who can not perform daily tasks normally. This system must automatically control different actions that make mobility more comfortable and easier for all users. This tool will inform us in real time of the state of the system and will alert us in case there is a problem that needs external help, all this will be carried out through a mobile application. The system will be formed by a step detector that works with infrared light and that will help us to know whether the road is blocked or if the room light is on or off. This solution also incorporates a temperature sensor in a wireless module that will automatically inform of the need to acclimatize the place where the sensor is located.

Keywords– Automatic control, people with difficulties, microcontroller, Arduino Nano.

1 INTRODUCCIÓ

Aquest document, té com a objectiu detallar el procés per a realitzar un sistema que faciliti l'interacció amb els obstacles que podem trobar en una casa i que millori la qualitat de vida de l'usuari. Aquest sistema pot servir en un futur com a punt de partida per a la construcció d'un habitatge completament dedicat al confort de la gent gran i de la gent amb problemes de mobilitat. Amb

l'arribada de les comunicacions massives de dades i el fàcil accés a aquestes tecnologies, s'obren moltes vies per facilitar, automatitzar i ampliar els sistemes que s'utilitzen en una casa. Un sistema de casa domòtica o casa intel·ligent té com a objectiu principal facilitar la manipulació dels sistemes que podem tenir a la llar, incrementar el confort, estalviar energia i millorar la seguretat. Aquest projecte ha estat ideat per cobrir les necessitats de col·lectius desafortunats, que necessiten de tota la ajuda possible per poder viure amb comoditat, i un grau molt major d'adaptabilitat dels elements que podem trobar a una llar. Aquests col·lectius poden ser gent amb problemes visuals, gent amb mobilitat reduïda o simplement la gent gran, que ja no tenen plenes facultats per poder controlar els aspectes operatius d'una casa. El propòsit d'aquest projecte és la adaptació dels pro-

- E-mail de contacte: roger1sevi@gmail.com
- Menció realitzada: Enginyeria de Computadors
- Treball tutoritzat per: Diego Javier Mostaccio
- Curs 2018/19

cessos d'una llar al sistema intel·ligent que ens permetin controlar diferents aspectes de la vida quotidiana però a un preu assequible per a qualsevol pressupost. Per fer això, construirem un prototip que contingui un sistema funcional amb diferents mòduls i que representi algunes de les accions més habituals del dia a dia en una casa, com poden ser la il·luminació de les habitacions i el control de la temperatura dins de la casa.

Les diferents etapes que s'exposen en aquest document, van des d'un estudi de la oferta que trobem al mercat actual, l'elecció dels components, el disseny del sistema, el cost del projecte i finalment, una avaluació dels resultats obtinguts i les conclusions finals.

2 DESCRIPCIÓ DEL TREBALL

Aquest prototip està centrat en el control d'una habitació que es podria trobar en un habitatge, però aquest sistema serveix per a qualsevol ubicació dins d'una casa: El que es farà és controlar amb l'ajuda de diferents sensors la temperatura de l'habitació i la il·luminació de la sala. Pel primer cas, la temperatura, s'utilitzarà un mòdul que estarà situat a un lloc de l'habitació que no entri en contacte directe amb corrents d'aire i el sol que puguin fer que la lectura de la temperatura ambient es vegi alterada de la realitat. Aquest mòdul conté un sensor de temperatura i humitat que ens permetrà obtenir aquestes dades i les tractarà per poder enviar la informació necessària al mòdul central del sistema.

A part d'aquest conjunt de sensors remots, hi ha un mòdul que serveix com a centraleta i que incorpora els altres sensors i funcionalitats del projecte. En aquest bloc, es troba un sensor que detecta el pas i que permet implementar la lògica per controlar la il·luminació de la sala així com també poder enviar la informació a un telèfon mòbil extern.

La funcionalitat del sistema, sense entrar de moment en detall, consisteix en detectar el pas pel sensor i canviar l'estat de la il·luminació de la sala tenint sempre present la detecció de possibles obstacles. En cas que hi hagin obstacles, s'activa un protocol per avisar a l'usuari, a un contacte o al servei d'emergències depenent del temps en que l'obstacle estigui present i bloquegi el sensor de forma continua.

Tal i com s'ha comentat, aquest prototip està format per dos mòduls separats. Cada un d'ells està controlat per un Arduino Nano, que gràcies al seu petit tamany es pot adaptar a gairebé qualsevol objecte. Per a poder transmetre les dades des de la Arduino que ens serveix per controlar la temperatura cap a la Arduino que ens fa les funcions de centraleta, utilitzem uns mòduls de comunicació per radio freqüència.

La placa Arduino Nano que es fa servir com a central, a més, s'ha de comunicar amb una aplicació mòbil exterior a través de Bluetooth. Per fer això, el sistema utilitza un mòdul bluetooth connectat a la Arduino.

3 OBJECTIUS

Per tal de donar-li un valor afegit al projecte, es plantegen uns objectius amb els quals millorin la qualitat de vida dels usuaris, així com també millorin de per si els sistemes implicats dins de la llar:

1. Analitzar les necessitats dels usuaris als que va dirigit aquest projecte.
2. Facilitar les accions quotidianes amb processos automàtics, sense que l'usuari hagi de intervenir activament.
3. Obtenir informació de la temperatura de l'habitació.
4. Conèixer l'estat de pas de l'usuari per una habitació.
5. Dissenyar una lògica que sigui òptima per incloure tots els possibles escenaris del sistema.
6. Desenvolupar comunicacions remotes entre mòduls.
7. Desenvolupar comunicacions remotes entre el mòdul central i un sistema remot.
8. Implementar un sistema domòtic de baix cost però amb les funcionalitats necessàries. Cosa que ens aportaria més beneficis amb un pressupost inferior.
9. Fer un sistema que sigui aprofitable i escalable en un futur per poder implementar noves versions i funcionalitats.
10. Acabar el projecte abans del mes de Febrer.

4 ESTAT DE L'ART I TECNOLOGIES IMPLICADES

Actualment, els sistemes d'ajuda als discapacitats consisteixen en sistemes que donen mobilitat al pacient, com poden ser les grues dels llits o pujadors del lavabo, per tant, amb l'ajuda de la tecnologia digital segur que es poden trobar moltes més aplicacions de les eines domòtiques enfocades a discapacitats.[1][2] Sabent que existeixen molts tipus de sensors i per al sistema que planteja aquí, per detectar el moviment es podrien utilitzar diferents mètodes per obtenir lectures que permetin conèixer l'estat del lloc on es vol implementar aquest mòdul. Quan ens informem de les possibilitats d'adaptar una llar a la domòtica [3], hi ha un sistema propietari que comença a estar molt extès. És el sistema Z-Wave [4], un sistema patentat que utilitza la radiofreqüència per enviar dades de forma remota entre tots els mòduls que conformin el sistema. Cada xarxa Z-Wave pot controlar fins a 232 nodes diferents, que poden ser de il·luminació, vigilància, control d'accés, entreteniment o electrodomèstics. Al mercat es poden trobar varies solucions ja existents que ens permeten detectar la presència en una àrea determinada i poder saber si algú ha accedit a aquesta àrea, l'aplicació més usual per aquesta tecnologia es troba en un espai exterior que l'usuari vulgui tenir controlat. [5]

Al mercat es poden trobar diferents solucions per a cases domòtiques fetes amb sensors de proximitat, majoritàriament instal·lades en pàrkings per controlar els llocs d'aparcament disponibles. [6] En canvi, si hi ha implementat un sistema de sensors infrarojos es poden reduir costos ja que només es necessita un sensor emissor de llum IR i un altre sensor que rebí aquesta llum per poder controlar el pas, inspirat en molts exemples ja existents al mercat de barreres infrarojes. [7]

El fet de tenir un mòdul remot obre un nou mercat, ja que es pot escalar el projecte a totes les funcionalitats remotes

que es puguin imaginar, es podria implementar per exemple, un acceleròmetre que l'usuari hauria de portar sempre a sobre que ens permetria saber si ha patit alguna caiguda i poder avisar al servei d'emergències. Una altre conseqüència de tenir el mòdul remot, és que el sistema s'ha de connectar d'alguna manera amb el mòdul central. Al mercat es poden trobar molts mitjans de comunicació entre diferents mòduls, tecnologies com el WiFi, Bluetooth o Radiofreqüència es troben entre els més utilitzats. Amb l'aparició de les tecnologies Smart i el Internet de les coses han aparegut noves tecnologies dedicades a la connectivitat dins de la llar. Una de les tecnologies més usades gràcies a la seva innovació i a la seva seguretat ha estat XBee [9]. Aquest sistema de connexió sense fils ens permet una monitorització a temps real del sistema i tots els mòduls que hi vagin connectats.

5 TECNOLOGIES ESCOLLIDES

La part d'aquest projecte dedicada a la detecció de la presència i el pas de l'usuari es podrien implementar sensors de presència i de proximitat que indiquin si l'usuari es troba a prop del sensor i a quina distància exacte per poder fer càlculs i implementar la lògica del sistema. Amb aquest mètode, però, es podrien obtenir lectures errònies de qual-sevol objecte que es trobes en el radi d'acció del sensor però que no fossin l'usuari, o simplement que el sensor activi el mecanisme d'acció sense que l'usuari arribi a creuar l'habitació. També seria possible implementar un mòdul amb sensors de llum infraroja que detecti el pas per davant del lloc on estigui implementat aquest sensor. Implementar un sistema amb sensors de proximitat tindria un cost més elevat, ja que s'haurien d'instal·lar més d'un per poder fer càlculs que ajudin a determinar amb exactitud on es troba l'usuari i per poder saber correctament si ha creuat l'habitació o no. Malgrat que la idea inicial va ser la implementació de sensors de proximitat, es va escollir fer un sistema amb llum infraroja ja que reduïa els costos i permetia controlar amb més facilitat al poder-se instal·lar cada part del sensor als dos costats de la porta de l'habitació, així es pot assegurar que si es talla la senyal sigui perquè s'ha creuat la porta. El funcionament general per aquest sensor consisteix en un emissor de llum IR i un fototransistor que rebí aquesta llum. Quan l'usuari del sistema passi pel mig i talli la senyal, el mòdul realitzarà la lògica necessària per obrir o tancar els llums de l'habitació. Com s'ha comentat anteriorment, el sistema inclou un control de temperatura automàtic que permet enviar informació en temps real sobre la temperatura i la humitat de l'habitació. Al mercat podem trobar moltes implementacions d'aquest estil, són solucions que permeten la interacció a través d'una aplicació mòbil [8]. Per implementar un control de temperatura, també es disposen de diversos sensors que es poden utilitzar, els costos de tots els sensors són bastant semblants, per tant el sistema utilitzarà un sensor de temperatura i humitat que permetrà calcular tant la temperatura de la sala, com la sensació de calor. Aquest sensor estarà col·locat de forma remota al mòdul de llum infraroja que fem servir de mòdul central. La idea inicial per aquest projecte era implementar un sistema de XBee entre el mòdul central i el remot, però actualment el cost per implementar aquest sistema està per sobre del pressupost i per tant s'ha descartat la inclusió d'aquests mòduls de comuni-

cació, almenys en aquesta fase del prototip. La següent idea va ser la de connectar la placa central i la remota a través de Bluetooth però la complexitat de connectar el mòdul central al telèfon mòbil i al mòdul remot al mateix temps era alta. Per tant, s'ha decidit per a la connexió via radiofreqüència entre els dos mòduls del projecte, ja que la connexió és més senzilla i els costos són més baixos.

6 COMPONENTS I MATERIAL NECESSARI

Per realitzar aquest projecte s'utilitza un conjunt d'elements físics, com són els sensors, mòduls de connectivitat remota i controladors. Tres software diferents de gestió per poder controlar el pas i la temperatura i la comunicació entre els Arduino.

A continuació es detallen els elements hardware que s'utilitzen:

- Una parella de comunicadors per radiofreqüència NRF24L01 [10] com els que es poden veure a la fig. 1 que connectaran el mòdul central amb el mòdul remot. Cada un d'aquests comunicadors anirà connectat a cada un dels Arduino.

Aquest comunicador funciona de la següent manera:

El conjunt de sensors té un canal RF únic per el qual es poden enviar missatges entre ells a través del codi software que executa l'Arduino on es troba connectat. A través d'una llibreria externa es controlen totes les inicialitzacions i les instruccions per enviar i rebre missatges.

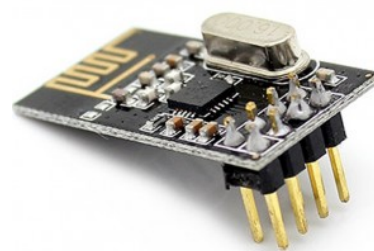


Fig. 1: Comunicador NRF24L01

- També s'utilitzen dues plaques Arduino Nano [11] com les que es poden veure a la fig. 2. Aquests dos mòduls s'encarreguen de dur a terme tota la lògica del sistema a partir de les dades que rep del sensor. El Arduino Nano central ha de calcular si el pas pel sensor infraroig ha estat completat i enviar a l'aplicació la informació necessària. El mòdul remot calcula la temperatura a partir de les dades que rep del sensor de temperatura i fa els càlculs per determinar si envia la senyal per avisar de canvis importants a la temperatura de la sala.



Fig. 2: Arduino Nano

- Per a poder rebre la informació de la temperatura i de l'humitat es fa servir el sensor DHT11 [12] que ens envia aquesta informació. Aquest sensor captura unes dades analògiques que es converteixen en digitals en forma d'una trama de 40 bits i s'envien al microcontrolador[13]. Per utilitzar aquest mòdul, es fan servir unes llibreries externes que fan el càlcul d'aquestes dades a partir de la trama que rep del sensor. Com es pot veure a la fig. 3, el sensor va connectat a una placa on hi ha connectada una resistència per assegurar que les dades que s'envien són precises i no tenen interferències.

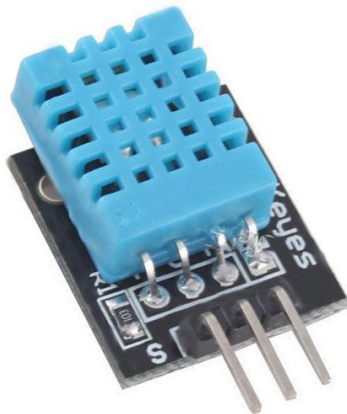


Fig. 3: Sensor temperatura i humitat DHT11

- Per a enviar dades des del Arduino que s'identifica com a central, el sistema utilitza el sensor Bluetooth HC-05 [14].



Fig. 4: Mòdul Bluetooth HC-05

- El mòdul que calcula el pas a través de rajos infrarojos

està format per 2 sensors, un d'ells es un led emissor de llum infraroja com es pot veure a la Fig.5 i l'altre és un fototransistor, com el de la Fig.6 que canvia el seu valor digital segons si rep o no la senyal que emet l'altre part.



Fig. 5: Sensor emissor llum infraroja

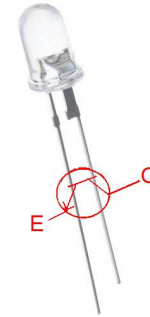


Fig. 6: Fototransistor receptor llum infraroja

- Es disposa de un LED com el de la Fig.7. S'utilitzarà per mostrar durant el procés de desenvolupament del projecte els canvis d'estat que vulguem en temps real, com pot ser la interrupció o el bloqueig de la senyal IR.



Fig. 7: Led vermell

I com a elements software hi ha dos programes per a la gestió dels sensors i enviament de missatges de forma remota. Un d'ells, el que està instal·lat al mòdul central, s'ocupa de la recepció de missatges des del mòdul remot i del càlcul de pas pel sensor IR. També s'encarrega de la connexió amb la aplicació Bluetooth. L'altre software està corrent de manera remota i s'encarrega de la lectura de les dades

del sensor de temperatura i de determinar si s'ha d'enviar el missatge al mòdul central.

A continuació, a la Taula 1 es mostra el pressupost invertit en el sistema. Tant en els components del circuit, com en possibles sensors de recanvi per poder prevenir algun component que no funcioni bé.

TAULA 1: COSTOS DEL MATERIAL.

Taula de costos		
Producte	Preu per unitat	Total
HC-05	12,37 €	(x1) 12,37 €
Sensor DHT11	3,99 €	(x2) 7,99 €
Arduino Nano	4,99 €	(x3) 14,99 €
Arduino UNO R3	17,00 €	(x1) 17,00 €
Sensor NRF24L01	2,13 €	(x5) 10,65 €
Protoboard	3,30 €	(x2) 6,60 €
Cables	12,50 €	(x1) 12,50 €
Sensor emissor IR	0,36 €	(x4) 1,75 €
Fototransistor IR	0,46 €	(x2) 1,11 €
LED vermell	0,11 €	(x4) 0,44 €
	TOTAL	85,40 €

Aquests costos són possibles perquè el prototip ha estat desenvolupat des d'un ordinador que ja havia estat adquirit amb anterioritat i des d'una casa particular. Si es volgués produir en un entorn empresarial, s'haurien de tenir en compte diferents costos addicionals per tenir un lloc on establir la empresa i un material per poder desenvolupar el projecte. Aquests costos, a dia d'avui, es tradueixen en aproximadament 170€ al mes per poder treballar en un espai de coworking[15] i uns 500€ per poder adquirir un ordinador portàtil per desenvolupar el software necessari[16].

Si se sumen els costos reals als costos de producció empresarial, surt un preu total de 755,40€ per la feina de 1 mes i per un prototip. Per a una empresa, aquesta inversió no és viable, però si el prototip s'anés produint continuament, els costos passarien a ser només els del lloguer del coworking i el preu del material, ja que la inversió de l'ordinador i les hores de investigació ja estarien completades i pagades des del primer més de producció.

7 METODOLOGIA

La metodologia que s'ha utilitzat per aquest projecte és iterativa i incremental. Això implica que durant el transcurs del projecte s'han implementat petites parts que es poden utilitzar separatament fins a arribar al final del projecte on totes les parts estan integrades. La planificació del treball s'ha dividit en tres fases:

1. Plantejament i disseny del sistema: Aquesta etapa consisteix a dissenyar els objectius i tasques que es necessiten per a poder realitzar el projecte i cada una de les seves fites amb èxit.
2. Implementació del sistema: Aquesta etapa consisteix a implementar els blocs que s'ha dissenyat i plantejat en l'etapa anterior. Tal com s'ha especificat, per a dur a terme aquest projecte es farà servir una metodologia iterativa i incremental.

3. Integració i test: En aquesta etapa s'ha de fer una integració del sistema complet i fer els tests que siguin necessaris per comprovar que els resultats són correctes i els esperats.

8 IMPLEMENTACIÓ

Per poder fer el sistema, s'ha hagut d'estudiar les funcionalitats que es volien desenvolupar i com s'havien d'integrar i connectar dins el prototip. En aquest apartat d'implementació es mostren la lògica del sistema que ens permet tenir les accions automatitzades, i la interacció i connexions dels diferents elements que formen el sistema.

8.1 Lògica del sistema

Aquest prototip inicial, com s'ha comentat anteriorment, ens permet tenir una interacció amb el sistema que ens permet controlar certs aspectes de la vida quotidiana. Primer de tot, tenim el mòdul extern que es connecta al mòdul central a través de missatges per radiofreqüència. Aquest mòdul sense fils ens permet recopilar informació d'un sensor que recull les dades de temperatura i humitat de l'ambient en tot moment. Gràcies a aquestes dades podem obtenir la informació sobre la temperatura que notem. Aquest projecte implementa una alerta que ens indica quan la temperatura baixa de cert punt. Aquest llindar sempre es pot configurar segons el gust de l'usuari i ens serveix per enviar una alerta a través de la aplicació mòbil informant de la temperatura actual a la habitació on es trobi el sensor i, per tant, actuar segons sigui necessari. En aquest cas, al ser un llindar inferior, la alerta serveix per avisar de temperatures baixes. Sempre que s'activi l'alerta, el mòdul remot on es troba el sensor de temperatura envia el missatge al mòdul central a través de RF i aquest s'encarrega de fer arribar la informació a la aplicació externa. El sistema hauria de ser capaç de encendre un sistema de calefacció, però en aquesta fase de prototip no està implementat. En tot cas, la implementació de calefacció i sistemes de ventilació són millores de cara a una fase posterior del prototip. Les funcionalitats del mòdul central, a part de rebre els missatges del mòdul remot, són: Controlar el sistema de pas que ens permet encendre o apagar els llums de la habitació a més de donar la informació si el pas està obstruït per algun obstacle o bé pel mateix usuari que es troba indisposat a continuar el pas. Aquest control, que com ja s'ha explicat, funciona a través de llum infraroja, s'activa si algun objecte bloqueja la senyal entre l'emissor i el receptor. El sistema ha d'enviar una senyal per tal d'encendre o apagar els llums de la sala, aquesta senyal a més, està monitoritzada per saber si ha estat un pas momentani o bé si hi ha algun objecte que estigui bloquejant la senyal contínuament. Quan el sistema es troba en la segona situació i hi ha algun objecte que impedeix rebre la senyal infraroja correctament, el sistema va comptabilitzant el temps que el mòdul de la barrera infraroja es passa bloquejat. Si arriba a 5 segons bloquejat contínuament, enviarà una senyal d'alerta indicant que el camí pot estar bloquejat per algun objecte que pot impedir el pas. El sistema està configurat per enviar diferents alertes i poder-les configurar com siguin més adequades. Si l'usuari, per exemple, utilitzés una cadira de rodes per desplaçar-se per la casa, seria imprescindible que el camí estés sempre lliure per al pas de

la cadira, per tant, en aquest cas les alertes són imprescindibles per al moviment de la persona usuària del sistema i si el camí continués bloquejat al cap de 10 minuts, s'enviaria un missatge d'alerta a algun familiar o persona responsable per poder ajudar a l'usuari que es pot veure afectat per aquesta incidència. En el cas que al cap de 20 minuts la senyal continués bloquejada per l'obstacle, el sistema enviaria una alerta al servei d'emergències.

8.2 Diagrama de blocs

Per entendre el millor el funcionament del sistema, a continuació es mostra la Fig. 8, on es presenta el diagrama de blocs que mostra l'interacció entre els diferents components que integren el prototip.

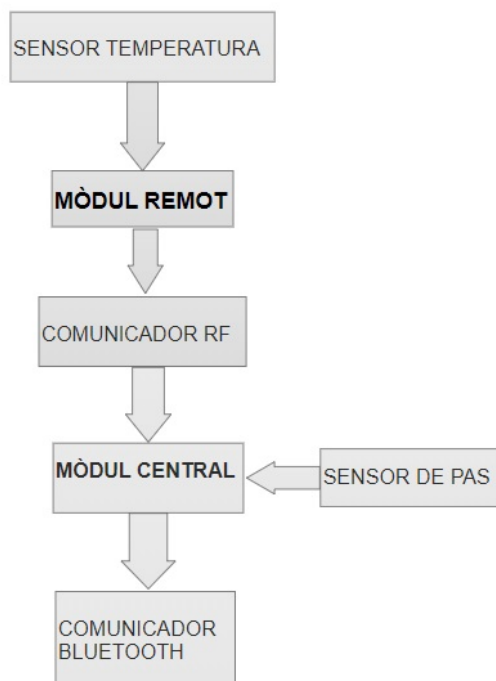


Fig. 8: Diagrama de blocs del sistema

8.3 Connexionat del circuit

Finalment, es mostra el connexionat necessari per a que el sistema pugui utilitzar i comunicar-se amb cada component cada component, a través dels dos Arduino Nano que s'utilitzen en el projecte.

A la Fig.9 es mostra el connexionat del sensor de temperatura i el mòdul emissor de radiofreqüència al Arduino Nano remot, i a la Fig.10 es poden comprovar les connexions del seogn Arduino Nano que es fa servir com a mòdul central, amb l'emissor i el receptor de llum IR, amb el LED indicador, amb el mòdul receptor de RF i amb el mòdul Bluetooth.

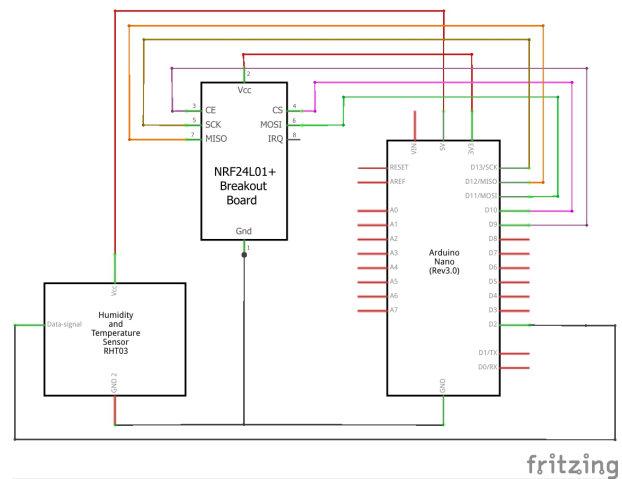


Fig. 9: Connexionat de l'Arduino Nano remot

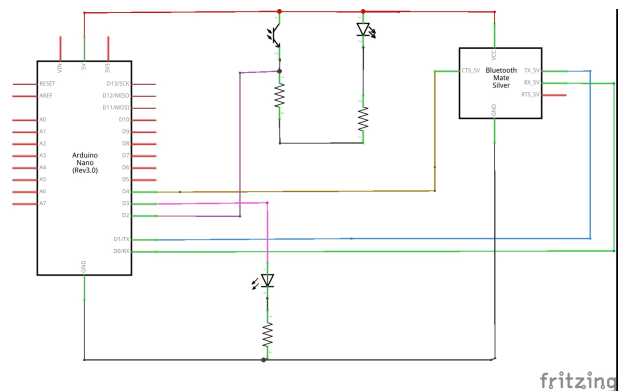


Fig. 10: Connexionat de l'Arduino Nano central

9 TESTS I RESULTATS

Els resultats obtinguts són satisfactoris i el funcionament del sistema és l'esperat. Malgrat que l'aplicació mòbil que interactua amb el mòdul Bluetooth no funciona i aquesta part del sistema no està completada, l'altre part del sistema funciona correctament i compleix correctament amb els objectius marcats.

Les connexions del prototip són les mateixes que s'haurien d'implementar a un projecte a escala real, però el fet de tenir-ho a una escala molt més reduïda ha dificultat la interacció correcta amb els sensors. El sensor receptor de llum IR havia d'estar del tot tapat per poder deixar de rebre la llum IR del sensor emissor ja que a la maqueta, els 2 sensors estan massa a prop un de l'altre. Aquesta circumstància en una implementació real no passaria ja que els sensors estarien aproximadament a 1 metre de distància.

La lectura de les interrupcions de la senyal IR, la captura de les dades de temperatura i humitat i la lògica implementada funcionen correctament, i els resultats obtinguts són els que s'esperaven.

A continuació podem veure unes imatges de la maqueta de realitzada Fig.11, Fig.12 i Fig.13, on es representa l'habitació controlada per el sistema:

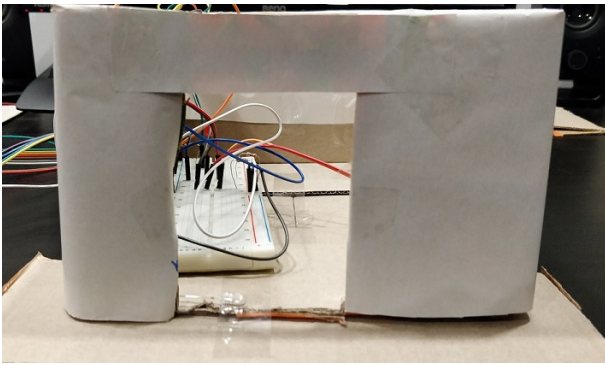


Fig. 11: Vista frontal.

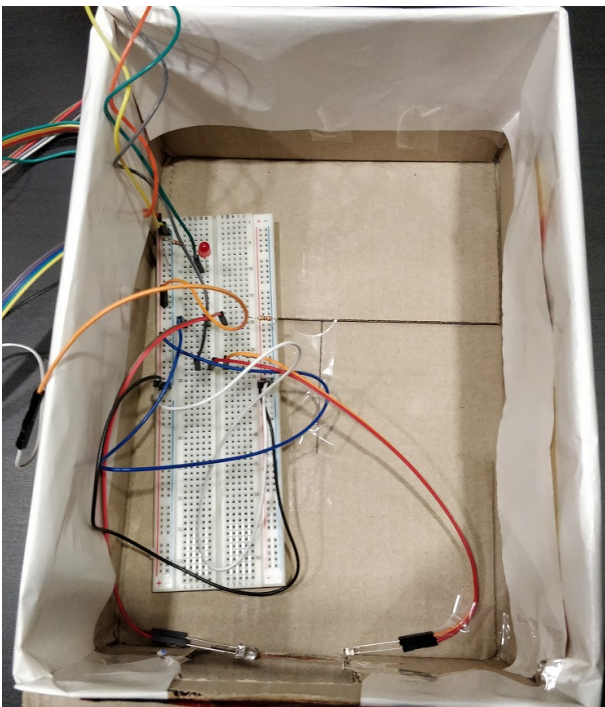


Fig. 12: Vista zenital.

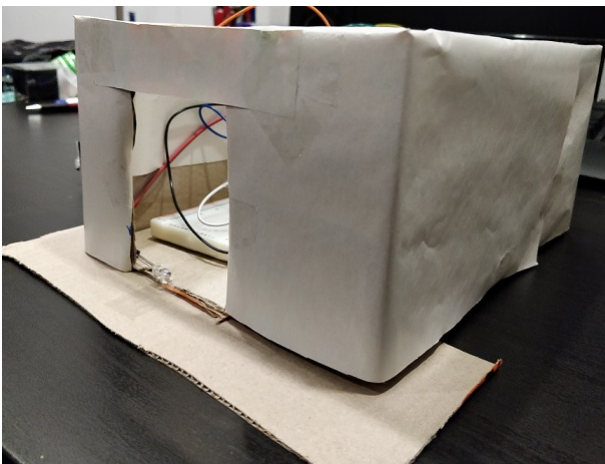


Fig. 13: Vista en perspectiva.

10 CONCLUSIONS

Per poder extreure les conclusions d'aquest projecte, el més adequat és començar comprovant si s'han aconseguit els ob-

jectius marcats inicialment:

- *Analitzar les necessitats dels usuaris als que va dirigit aquest projecte.*
- *Obtenir informació de la temperatura de l'habitació.*
- *Conèixer l'estat de pas de l'usuari per una habitació.*
- *Dissenyar una lògica que sigui òptima per incloure tots els possibles escenaris del sistema.*

Aquests 4 primers objectius s'han anat complint a mesura que avançava el projecte. El projecte satisfà les necessitats de les persones grans i/o amb discapacitats recollint informació de la temperatura correctament i controlant amb la barrera IR si l'usuari pot tenir problemes per accedir o sortir de la habitació. Tot això a més, va automàticament controlat a partir de la lògica implementada en el sistema, per saber si s'ha d'enviar la ordre de encendre i apagar el llum, o si s'ha d'avisar a un contacte en cas que sigui possible que l'usuari es pugui trobar en problemes.

- *Desenvolupar comunicacions remotes entre mòduls.*

S'ha aconseguit comunicar correctament els dos mòduls Arduino a través dels comunicadors RF NRF24L01, així que aquest objectiu també ha quedat complet.

- *Desenvolupar comunicacions remotes entre el mòdul central i un sistema remot.*

Tot i que el mòdul Bluetooth HC-05 es pot connectar a un sistema bluetooth remot, no s'ha pogut desenvolupar una aplicació que rebí correctament les dades i les mostri al dispositiu. Aquest objectiu no ha quedat complet.

- *Implementar un sistema domòtic de baix cost però amb les funcionalitats necessàries. Cosa que ens aportaria més beneficis amb un pressupost inferior.*

- *Fer un sistema que sigui aprofitable i escalable en un futur per poder implementar noves versions i funcionalitats.*

- *Facilitar les accions quotidianes amb processos automàtics, sense que l'usuari hagi de intervenir activament.*

- *Acabar el projecte abans del mes de Febrer.*

Aquests últims quatre punts han estat les línies a seguir durant tot el projecte, ajudar a la gent gran i a la gent amb discapacitats a tenir un dia a dia més confortable. Els elements que componen el projecte no tenen un cost elevat i el projecte, com s'ha vist, és assequible per a la gran majoria de gent que ho pugui necessitar. El desenvolupament del software ens permet poder aprofitar les lògiques implementades en un futur, ja sigui per exportar-les a un altre entorn o per millorar-les per a un Arduino de capacitats superiors. Es pot concloure, que aquest objectiu ha estat complet.

A nivell personal, fer aquest projecte ha aportat molts coneixements nous:

Primer de tot, a realitzat tota la planificació del projecte, des de l'idea inicial fins al final de tot, havent d'investigar les tecnologies existents i els problemes que es troben en el dia a dia de les persones amb dificultats. A triar els components i metodologies amb els quals es pogués fer un sistema econòmic per complert. El funcionament de les plaques Arduino amb el seu entorn de programació propi, les llibreries necessàries per al funcionament de la placa. El funcionament i la configuració dels diferents sensors que s'han utilitzat durant el projecte, des de poder controlar les interrupcions de la senyal infraroja fins a l'enviament de missatges a través del mòdul NRF24L01 o el control de la temperatura amb el sensor DHT11.

Com a línies futures del projecte, el primer objectiu seria acabar la primera versió de la app i que funcionés correctament enllaçada amb el sistema per a poder rebre els missatges que enviem a través dels mòduls i sensors del prototip. Si el sistema, en un futur, passa a ser comerciable, s'hauria d'implementar tota la il·luminació que ara està controlada en una base teòrica a mode de missatges. També seria una possible millora implementar el sistema sobre la tecnologia del zigbee que ens permet una gran escalabilitat en els sensor que podem afegir al sistema.

Encara que no s'ha pogut desenvolupar amb èxit una aplicació mòbil per a transmetre els missatges que genera el sistema, la lectura que es fa del projecte és positiva. S'han aconseguit salvar els problemes que han anat sorgint durant les diferents etapes de desenvolupament a través de les diverses alternatives ideades juntament amb el tutor per tal de no quedar-se bloquejat en algun punt i poder seguir amb la viabilitat del projecte. Aquestes situacions fan que s'hagi de reorganitzar les tasques i fites, cosa que en un futur i davant d'un client real en una implementació real, donarà una experiència necessària per a poder afrontar els reptes i les dificultats.

11 PROBLEMES, SOLUCIONS I CANVIS RESPECTE LA PLANIFICACIÓ

Durant el transcurs del projecte, han anat sorgint diferents problemàtiques que s'han hagut d'afrontar per tal de poder avançar en el projecte:

- El primer problema va ser el cost dels materials a escollir. La idea inicial va ser la de escollir la plataforma Zigbee per a comunicar els diferents mòduls entre si. Es volia adquirir un parell de mòduls per comunicar el Arduino central amb un sistema remot, i un altre Zigbee per comunicar el Arduino central amb el Arduino remot que tenia el sensor de temperatura. Però al tenir l'objectiu de fer el sistema amb uns baixos costos, es va optar per fer servir tecnologies Bluetooth i tecnologies de Radiofreqüència ja que reduïen molt els costos. - Quan es va fer la compra a través d'Internet dels components seleccionats, per temes logístics de la empresa proveïdora, l'entrega es va anar demorant fins a resultar tenir un temps estimat de 3 setmanes i, per tant, es va procedir a la cancel·lació de la compra i a la posterior compra dels elements a una botiga física. - En un primer moment es va comptar amb un sol Arduino UNO que havia d'ajuntar tots els sensors, però aquesta solució no ens

permetia crear un mòdul remot ni poder obtenir dades d'un lloc apartat d'aquest Arduino, ja que estava tot centralitzat en una placa. De cara a donar més valor afegit al sistema i preparar-lo per futures ampliacions, es va comprar a part un Arduino Nano per poder implementar el mòdul remot. - Durant les etapes finals de desenvolupament, el Arduino UNO que s'estava utilitzant per fer les funcions de mòdul central va deixar de rebre les dades des del programa IDE de Arduino. A la hora de pujar el programa a la placa sorgia un error de programació de la placa que impedia executar el sistema. La solució va ser adquirir un segon Arduino NANO per fer les funcions de mòdul central.

- Els problemes inesperats que han anat sortint durant l'etapa de desenvolupament i el desconeixement del funcionament del mòdul Bluetooth han fet mermar el temps disponible per al desenvolupament de la app, que finalment no s'ha pogut implementar com estava inicialment planificat i marcat en els objectius.

AGRAÏMENTS

Els meus agraïments van destinats principalment a la meua família que ha estat en tot moment ajudant i donant suport. Al meu tutor que m'ha guiat durant tot el projecte i m'ha donat consells sobre les tecnologies que es podrien implementar. I finalment agrair a tota la gent, amics i companys, que m'han ofert la seva ajuda quan els hi he pogut demanar al llarg del projecte.

12 BIBLIOGRAFIA

REFERÈNCIES

- [1] "Domótica para discapacitados, Consultat per Internet el Setembre del 2018 www.casadomo.com/2006/12/07/domotica-para-discapacitados
- [2] "La domótica, una solución para el discapacitado en su propio hogar," eldiario.es. Consultat per Internet el Setembre del 2018 www.eldiario.es/norte/gazteberri/domotica-solucion-discapacitado-hogar_6526757344.html
- [3] "Domótica, "Definición del concepto. Consultat per Internet el Setembre del 2016 www.es.wikipedia.org/wiki/Domotica
- [4] "A Fondo: Z-Wave, sin cables, Consultat per Internet el Setembre del 2018 www.domodesk.com/162-a-fondo-z-wave-sin-cables.html
- [5] "Kit detección perimetral inalámbrica, Consultat per Internet el Novembre del 2018 www.superinventos.com/S110487.htm
- [6] "Sensor de Proximidad por Ultrasonidos, "ZWave. Consultat per Internet el Octubre del 2018 www.zwave.es/index.php?r.out=CSS40F
- [7] "Barrera infrarroja de doble haz Inalámbrico, Çalytel. Consultat per Internet el Octubre del 2018 www.calytel.com/-barrera-infrarroja-de-doble-haz-inalambrico-c2x18676232

- [8] "Domotify sensor de humedad y temperatura, "Domotify. Consultat per Internet el Octubre del 2018 [woxter.es/esp/es/accesorios - de - domotica/1930 - sensor - humedad - y - temperatura - 8435089027389.html](http://woxter.es/esp/es/accesorios-de-domotica/1930-sensor-humedad-y-temperatura-8435089027389.html)
- [9] "¿Qué es XBee?, "XBee. Consultat per Internet el Octubre del 2018 [xbee.cl/que - es - xbee/](http://xbee.cl/que-es-xbee/)
- [10] Comunicación inalámbrica a 2.4GHZ con Arduino y NRF24L01, Consultat per Internet el Noviembre del 2018 [www.luisllamas.es/comunicacion - inalambrica - a - 2 - 4ghz - con - arduino - y - nrf24l01/](http://www.luisllamas.es/comunicacion-inalambrica-a-2-4ghz-con-arduino-y-nrf24l01/)
- [11] "Arduino Nano, Consultat per Internet el Noviembre del 2018 [store.arduino.cc/arduino - nano](http://store.arduino.cc/arduino-nano)
- [12] "Medir temperatura y humedad con Arduino y sensor DHT11, Consultat per Internet el Noviembre del 2018 [www.luisllamas.es/arduino - dht11 - dht22/](http://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/)
- [13] Como utilizar el DHT11, Consultat per Internet el Noviembre del 2018 [programarfacil.com/blog/arduino - blog/sensor - dht11 - temperatura - humedad - arduino/](http://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/)
- [14] "Módulo Bluetooth HC-05, Consultat per Internet el Noviembre del 2018 [www.prometec.net/bt - hc05/](http://www.prometec.net/bt-hc05/)
- [15] "Espacios de Coworking en Barcelona, Consultat per Internet el Gener del 2019 coworkingspain.es/espacios/coworking/barcelona
- [16] "Portátiles MediaMarkt, Consultat per Internet el Gener del 2019 [www.mediemarkt.es/es/category/portatiles - de - 14 - a - 16 - 9 - 701422.html](http://www.mediemarkt.es/es/category/portatiles-de-14-a-16-9-701422.html)

ANNEXOS

En aquest apartat es mostra informació suplementària del projecte com pot ser la entrevista que es va fer a una treballadora social per tal de recollir requeriments del sistema, el diagrama de Gantt i la planificació del projecte.

A.1 Entrevista Movilitat Reduïda

A continuació es mostra la entrevista que es va fer durant el mes de Octubre a Paula Cárdenas, integradora social, per conèixer les necessitats de la gent gran i de la gent amb dificultats:

1. ¿Qué experiencia tienes en relación al cuidado y bienestar de personas con algún tipo de discapacidad o personas que puedan tener dificultades para hacer las tareas diarias del hogar?

- Mi formación siempre ha ido encaminada hacia el cuidado y soporte a personas con diversidad funcional; estudié el CFGM de Atención a personas en situación de dependencia seguido del CFGS de Integración social. Esto me ha permitido tener bastantes experiencias para comprobar y confirmar las dificultades que se encuentra este colectivo de personas a la hora de llevar a cabo tareas complicadas pero sobre todo a la hora de realizar las tareas más básicas.

2. ¿Qué tipo de dificultad te encuentras más a menudo, es decir, cuáles crees que son las actividades de esta gente dónde es más necesaria la intervención de otra persona para poder ayudar?

- En función de lo que he ido viendo a lo largo de mis experiencias en este ámbito creo que donde encuentran más dificultades es a la hora de llevar a cabo las ABVD (actividades básicas de la vida diaria), no por la dificultad que puedan conllevar si no por lo necesarias que son y la impotencia tanto a nivel físico como psicológico que les produce el no poder cubrirlas por sí mismos. Por otra parte, y aunque no entre en la categoría de "actividad", creo que es muy importante contemplar las dificultades económicas y de recursos que suponen adaptar una casa o incluso a veces edificios enteros para que una persona, por ejemplo, con movilidad reducida pueda disfrutar de su independencia.

3. Hoy en día existen mecanismos que ayudan a la movilidad o a la adaptación de las personas con dificultades como pueden ser sensores para encender luces con unas palmadas o activar una alarma con algún movimiento brusco. ¿Qué aplicaciones tecnológicas verías útiles para mejorar la calidad de vida de la gente con la que trabajas habitualmente?

- Creo que todo aquello que pueda ayudar a la persona a ser lo más independiente posible puede mejorar la calidad de vida tanto física como psicológica de cualquier persona con diversidad funcional. Aun así cuando no se puede prevenir según qué situaciones, como es el caso de las caídas, sería muy útil algún tipo de sensor que pudiera detectar la caída e inmediatamente avisar o bien al 112 o bien a algún familiar, si no a ambos. A pesar de que ya existe la tele asistencia que ofrece un servicio similar esta aplicación sería muy útil cuando se junta una movilidad reducida con algún tipo de problema a nivel psíquico o cognitivo que impida que la persona sea capaz de apretar el botón, situación bastante común sobre todo en la tercera edad o en trastornos mentales.

A.2 Planificació

Per últim, veurem les diferents etapes en les que s'ha dividit el projecte i la distribució de cada una en el temps a través d'un Diagrama de Gantt Fig.14:

1. Investigar noves funcionalitats per al sistema.
2. Escollir plataforma Hardware.
3. Desenvolupar una primera versió funcional.
4. Desenvolupar les diferents funcionalitats del sistema.
5. Investigació sobre les comunicacions entre els diferents mòduls.
6. Comprovar que les funcionalitats del sistema tenen el comportament esperat.
7. Construcció de la maqueta del prototip del sistema.
8. Finalització del projecte.

