

# Estudi de domotització d'una casa vella

González Juidías, Carlos

**Resum**— Gràcies a la innovació tecnològica, cada cop hi ha més entorns d'interacció humana basats en sistemes de control de dispositius de forma remota. Aquest desenvolupament també s'ha incorporat a la vida quotidiana de les persones i els habitatges proporcionant facilitat i optimització del temps a l'hora de realitzar les tasques relacionades amb la llar. La proposta creada de domotització d'una casa consta d'una primera fase on el client estableix els requisits pensats i es realitza una recerca dels elements i dispositius necessaris per complir-los. Posteriorment, es realitza un estudi comparatiu de tots ells amb la finalitat de poder escollir els millors i aconseguir el pressupost més ajustat segons les necessitats proposades dels usuaris finals.

**Paraules clau**— Domòtica, il·luminació, temperatura, seguretat, fonts renovables, connexió, sensor, actuador, protocol KNX, noves tecnologies, qualitat de vida.

**Abstract**— Thanks to technological innovation, everyday more human interactive environments based on remote controlled device systems do appear. This development has also been incorporated into the people's daily life and their homes providing optimization of time when performing household duties. The proposal of setting up automation house consists of a first phase where customer sets the requirements, and a research of necessary devices and elements to accomplish them. Afterwards a comparative study between all of them is performed to choose the best ones and to adjust the budget according to the needs of final users.

**IndexTerms**— Automation, lighting, temperature, security, renewable energy, connection, sensor, actuator, KNX protocol, new technologies, quality of life.



## 1 INTRODUCCIÓ

Des de temps remots, quan els éssers humans vivíem encara en coves, hem buscat de manera constant una millora del medi on establir-nos amb la nostra família, és a dir, una millora a la nostra llar. Hem utilitzat moltíssimes tècniques i materials diferents per satisfer aquest desig; començant per la utilització del foc per a no passar fred al hivern, passant per la construcció de les primeres cases amb peces de fang o l'ús més recent de l'electricitat per dotar d'energia tots els electrodomèstics dels quals disposem. L'inconformisme i les ganes de tenir-ne més dels humans ens ha portat a crear-nos certes necessitats que, realment, no són fonamentals però que s'han establert fermament avui dia.

En els últims vint anys, degut al gran desenvolupament tecnològic que hem experimentat, s'ha produït a les nostres llars una sèrie de canvis importants amb la finalitat de proporcionar-nos millor comoditat, eficiència i seguretat. Els humans hem utilitzat aquestes tecnologies per implementar sistemes de control i gestió de les diferents parts que complementen una casa, i precisament d'aquí ha sorgit el concepte de la domòtica, definit generalment com la tecnologia que permet un major confort i seguretat dels habitants d'una cosa com dels seus béns, així com una racionalització en el consum d'energia, mitjançant l'existència d'agrupacions automatitzades d'equips, que disposen de la capacitat per comunicar-se interactivament entre ells a través d'un medi físic que els integra[1]. Aquesta definició coincideix amb l'origen etimològic de "domòtica", paraula que prové de la unió de les paraules

*domus*, que significa "casa" en llatí, i *tica*, de automàtica, paraula que en grec significa "que funciona per sí sola[2].

Tot i que degut a la crisi que pateix Espanya la innovació en domòtica ha sofert una aturada important, s'espera que en temps propers se n'incrementi el creixement de manera considerable, i aquest article vol ser una prova d'aquest fet.

Per tant, el nostre propòsit és la realització d'un estudi d'enginyeria per a la domotització d'una vivenda de 60 anys d'antiguitat amb dos objectius principals: dotar a la casa de tots aquells elements i sistemes per a que pugui ser controlada des d'un dispositiu mòbil o tauleta; i revaloritzar-la per a que obtingui un valor afegit al mercat, donat que el client no desestima aquesta proposició, assumint, així, un rol de *stakeholder*. El fonament d'aquest article és la creació d'un projecte domòtic que doti d'un major confort als possibles habitants de la vivenda, sense oblidar-nos d'atorgar un consum econòmic i sostenible de les energies amb la finalitat de respectar el medi ambient, element estrictament necessari ja que la gran majoria de la població del primer món ens hem acostumat a tenir una qualitat de vida elevada, fet que implica que el consum d'elements no renovables s'elevi de manera exponencial.

Per a aplicar el projecte s'ha escollit un habitatge l'estructura del qual va ser construïda als anys 40, i del que se'n remodelar l'interior l'any 2000, modernitzant-lo. Cal, per tant, definir els rols bàsics amb els quals es durà a terme aquest projecte de domotització. La meua tasca va ser de consultor, és a dir, vaig ser la persona encarregada de donar totes les directrius, opcions i propostes al client,

el qual ha posat com a premissa principal que la inversió en el projecte no superi els 7000 euros.

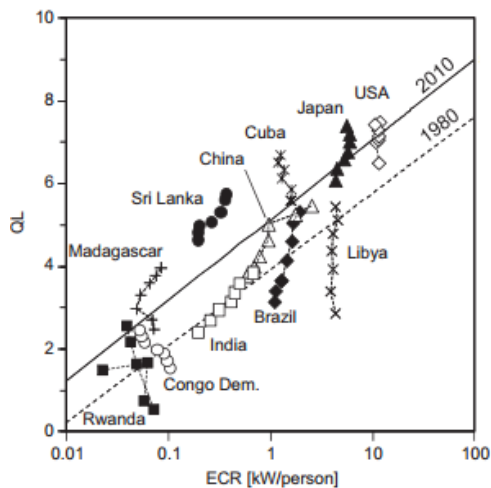


Figura 1: Índex de qualitat de vida QL i ratio d'energia consumida per càpita ECR. Dades de 118 països amb poblacions més grans de 4 milions al 2005. [56]

El primer pas va ser demanar al client les necessitats i expectatives que tenia en referència al projecte, punt que es detallarà en la secció 3. Després va caldre fer un anàlisi de la vivenda per fixar quines possibilitats té i la possible reutilització de material ja instal·lat, amb la conseqüent elaboració de plànols i d'un profund estudi de mercat a fi de no tant sols escollir els components domòtics, sinó també saber quin dels protocols era el més adient per a la nostra proposta, processos especificats a les seccions 3.1 i 4.

És essencial adequar la proposta triada a les normatives vigents d'habitabilitat, baixa tensió, gas, aigua i estàndards de domòtica, punts presents en la secció 5, pel que, com a punt addicional, subcontractarem un especialista titulat en integració domòtica per fer la instal·lació i la programació. Un cop finalitzat aquest apartat, s'ha procedit a donar les possibles alternatives al client per a que aquest realitzi una tria, descarti seccions de les quals no està convençut, etc. Així mateix se li va presentar un pressupost detallat de les opcions esmentades, amb un valor total que no superés els seus requeriments i, en cas de superar-los, en donés especificacions i una possible alternativa. Finalment es va afegir al pressupost la mà d'obra del professional encarregat de la instal·lació dels components escollits, assumint així el cost total final del projecte.

## 2 ENTORN DE DESENVOLUPAMENT

Aquest projecte es desenvoluparà en una casa ubicada al carrer Sant Antoni Abat 3, municipi de Molins de Rei, situada a la comarca del Baix Llobregat, província de Barcelona. Es tracta d'una casa construïda a principis de l'any 1940 que inicialment comptava amb una única planta per ser habitada i una superior utilitzada per a resguardar els animals de les inclemències del temps. Amb els anys es va decidir dur a terme una reforma per tal de convertir l'antic estable del primer pis en un entorn habitable, a més d'afegir una tercera planta. L'estudi es centra

en la planta habitable originàriament, ja que actualment és una vivenda separada de les dues plantes superiors.

El domicili compta amb una extensió de 102 m<sup>2</sup>, distribuïts en una sala-menjador, una cuina, un lavabo, tres habitacions i una bodega. Compta d'un sostre situat a 2 metres i 40 centímetres d'alçada, a més d'un fals sostre de 50 centímetres més.

## 3 REALITZACIÓ DEL PROJECTE

L'objectiu del projecte proposat és elaborar un projecte de domotització d'una casa vella que contingui els elements domòtics més adients i punters en el sector a fi d'aconseguir una casa robotitzada amb la possibilitat de que els seus components pugin ser controlats remotament, tenint-ne ple domini mitjançant dispositius mòbils a través de la xarxa d'Internet.

### 3.1 Necessitats del client

Es va procedir a programar una reunió amb el client amb la finalitat d'especificar els requeriments de la nova instal·lació, a més de les possibles funcions que aquesta comprendria. Així doncs, es va acordar que el sistema constaria de cinc parts clarament diferenciades, tot i que totalment relacionades:

#### 3.1.1 Camp lumínic

Es necessita aconseguir un domini total de la il·luminació de la vivenda, amb reguladors d'intensitat en tots els punts de llum i control remot dels mateixos. Alhora és necessari poder controlar l'accionament de les persianes per aprofitar al màxim la llum solar i reduir el consum d'energia.

#### 3.1.2 Camp tèrmic

Control de la temperatura, tenint un ple domini de les diferents bombes de calor, radiadors i/o aparells d'aire condicionat situats arreu de la vivenda. A més, estudi de viabilitat de les opcions disponibles més útils segons les especificacions del client, ja que la casa disposava inicialment de radiadors, i calia estudiar si eren elements reutilitzables o bé calia proposar una solució més adient per al bon control de l'ambient.

#### 3.1.3 Camp de seguretat

El client va sol·licitar la instal·lació de diferents sensors per tal de poder estar assabentat en tot moment de les condicions de seguretat de la vivenda, aplicant detectors de presència, de fum, d'inundacions i de gas a la casa. A més, alguns d'aquests sensors no són només dedicats a la seguretat, sinó que també són d'utilitat per al funcionament del mòdul d'il·luminació, exemple del qual n'és l'ús d'un sensor de presència al lavabo per tal que el client i la seva família no es deixin el llum encès després de dutxar-se o que aquest s'encengui automàticament a

mitja nit quan algú n'hagi de fer ús. Tanmateix, l'usuari podrà controlar la connexió o desconnexió dels sensors desitjats mitjançant la introducció d'una contrasenya, a més de poder-los programar per franges horàries si així ho desitja.

### 3.1.4 Camp fonts renovables

El quart dels mòduls proposats es basa en l'aprofitament d'aigües fluvials pel rec de les plantes del pati i per a aigües residuals del lavabo. La casa comptava amb un dipòsit a la teulada, el qual s'encarregava d'emmagatzemar aigua de la pluja. Hi havia un conducte que unia directament el lavabo i la mànega amb aquest, tot passant un seguit de filtres entremig. L'estructura és senzilla per poder accionar el mòdul amb facilitat, ja que existeix una clau que en ser activada deixa passar l'aigua del dipòsit i talla la provinent de la companyia d'aigües. El client proposa tenir un ple control d'aquest funcionament però de manera remota, ja que la vàlvula és de difícil accés.

### 3.1.5 Control remot

Per a poder controlar tots els mòduls ja esmentats, el client va demanar es pogués fer servir un terminal sense fils, per exemple un smartphone o una tauleta digital situada a la vivenda. És per aquest motiu que és necessari programar o buscar una aplicació en sistema operatiu Android que es pugui aprofitar on apareguessin tots els controls de la vivenda per a què l'usuari en tingués un domini remot, facilitant així l'adequació de l'ambient a les condicions desitjades pel client. A més, s'hi va incloure la possibilitat de seleccionar determinades escenes o conjunts d'accions o ordres preprogramades de manera que l'usuari no hagués de revisar cada element instal·lat per accionar-lo. Un exemple podria ser l'escena *goodnight*, la qual apagarà tots els llums de la casa, baixarà les persianes i regularà la temperatura del termòstat per aconseguir un estalvi d'energia. En aquest apartat es van incloure els mòduls servidor necessaris per assemblar i connectar tots els dispositius.

## 3.2 Límit d'inversió

Després de la primera reunió duta a terme amb el client, es va fixar el màxim d'inversió de capital en 7000euros. Com que la xifra no és gaire elevada van marcar unes preferències dins dels mòduls, explicades a continuació:

- En ordre de prioritats més baixa, el sistema de reg, de manera que en cas de ser necessari, seria el primer mòdul en ésser eliminat.
- En el camp lumínic, si no es pogués disposar de regulació concreta de la intensitat lumínica amb què es vol il·luminar l'estança, seria suficient amb poder regular les posicions d'encès i apagat dels dispositius repartits per l'habitatge.
- Finalment, l'accionament del sistema de recollida d'aigües fluvials podia ser desestimat si els costos

de la resta de mòduls superaven els límits establerts pel pressupost del client, ja que el sistema de què ja disposava podia cobrir llurs necessitats fins que en un futur les pogués millorar.

## 4 PROPOSTA DE DOMOTITZACIÓ

Un cop realitzades les pertinents reunions amb el client a fi de determinar totes les especificacions correctament detallades, es va començar a realitzar un estudi del mercat per valorar les millors opcions segons la seva funcionalitat, el seu preu i totes les característiques que permetessin una adequada aplicació a les necessitats ja establertes. Va caldre prestar especial atenció a la compatibilitat entre els diferents possibles components, ja que és necessari que tots ells segueixin un protocol comú o compatible. Es va estudiar un gran volum de components diferents, aplicant singular interès en aquells protocols que permetessin el correcte funcionament amb la resta d'elements de l'habitatge. Donades les seves prestacions i funcionalitats que són capaços d'aportar (veure taula 1) es van concretar dos protocols de funcionament útils per al propòsit: KNX i Z-WAVE, quedant descartades opcions com ZigBee, Insteon o x10. La raó per la qual aquestes tecnologies no van ser triades rau en: 1. no estan plenament integrades al mercat degut a la seva curta existència. 2. no tenen un ampli ventall de components domòtics al mercat o aquests són massa específics, fent molt difícil connectar diferents sistemes al mateix servidor.

Paràmetres/Protocol	KNX	Z-WAVE
Open Standard	Si	No
Medi transmissió	PowerLine*	Air
Confiabilitat	Baixa*	Alta
Freqüències	868 Hz	868 Hz
Data rate	40 kbps	16.4 kbps
Mesh network*	No	Si
Encriptació	No	No▲

**Taula 1. Especificacions més rellevants dels protocols KNX i Z-WAVE, seleccionats com a paràmetres concludents per triar o descartar elements domòtics.**

\* Encara que a la taula es diu que el medi de transmissió és via bus, KNX també disposa d'opcions WiFi, tot i que són més específiques.

▲ Les opcions amb bus tenen una confiabilitat alta

\*Xarxa sense fils mallada

▲ Només estan encriptats els sistemes de tancament electrònic, utilitzant l'estàndard AES-128

Com es veu a la taula 1, cadascun dels protocols té certs avantatges i inconvenients, els qual es van valorar per acabar de triar l'opció final que s'adequés més al medi en el qual el volia instal·lar i que s'ajustés més al pressupost marcat. KNX està plenament establert, a més de que moltes de les empreses punteres en el sector segueixen aquesta tecnologia, mentre que Z-WAVE va sorgir més tard i hi ha sectors que encara estan pocs inclinats a utilitzar aquests sistemes, tot i que probablement siguin els més fiables si parlem de tecnologies sense fils.

Gràcies al recorregut de més de 20 anys al mercat de la automatització i la seva penetració cada cop més pro-

funda en el mercat de la construcció, el protocol KNX proporciona una estabilitat que cap altra tecnologia posseeix de moment, fet que va inclinar a triar-lo com a opció definitiva de protocol per a tots els elements de la vivenda. Tot i requerir cablejat, això no va suposar cap impediment ja que es va utilitzar el fals sostre per a la seva instal·lació de manera que quedés tota la infraestructura amagada. Si no es s'hagués disposat aquesta possibilitat, s'hauria dissenyat un sistema amb un protocol que actua sense fils (Z-WAVE) més adequat per a la majoria de vivendes ja construïdes.

Establert el protocol amb el qual operarà tot el sistema, es va procedir a fer selecció dels components compatibles d'aquest.

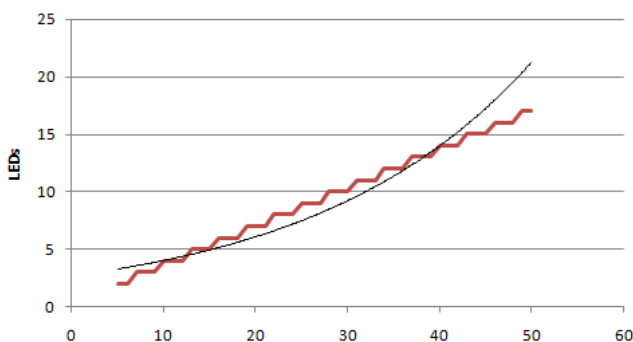
#### 4.1 II-luminació

Les capacitats de les bombetes intel·ligents disponibles al mercat fan d'elles un element obligatori a l'hora de domotitzar una casa. Entre d'altres permeten la creació d'escenes adequades a les condicions ambientals, regulant-ne la intensitat. Aquesta capacitat afecta directament el consum energètic, ja que a més s'hi suma el poder encendre només els llums que requerim en un moment determinat i des d'un mateix control, aprofitant-se més ecològicament l'energia que els dispositius requereixen. El control remot dels dispositius facilita alhora l'ús d'aquests a persones discapacitades o amb dificultats de mobilitat, per a les quals és complicada la tasca de recórrer la vivenda per pitjar l'interruptor.

Seguint les especificacions del client els components triats no fan ús de totes les capacitats que aquestes bombetes intel·ligents tenen, com poden ser la capacitat d'emetre llum de colors. Aquestes capacitats, en ser triades, encariarien el cost del projecte.

Hi ha un gran ventall de dispositius en el camp de la il·luminància, generalment LED, que tenen un ampli rang de preus i característiques[3]-[9]. Es va triar per a la vivenda el LED regulable Spot WW[10], que compta amb una potència de 4 Watts, i té una intensitat de llum de fins a 450 lúmens. El motiu pel qual es va triar aquesta opció és el grau d'obertura, aconseguint una amplitud màxima de 120°, poc comuns en el cas dels LEDs regulables, la gran majoria dels quals només compten amb 50 o 60°, obertura ineficient per a un espai interior com el de la vivenda. A més, el preu d'aquests és més que raonable, ja que ascendeix a 40.23€/dispositiu.

#### Luminàries per unitat de superfície (450 lúmens)



Gràfic 1: Número de LEDs necessaris per metre quadrat

En escollir una il·luminació regulable, es necessita un *dimmer* que s'encarregui de variar els Watts d'entrada al LED segons la intensitat de llum desitjada. La gran majoria de *dimmers* tenen funcionalitats i preus similars[11]-[14], però el que es va escollir per a l'efecte és l'accionador *dimmer* per KNX LED Vcc - carril DIN[15], [16], en el qual tant la comunicació com l'alimentació es fan mitjançant un bus KNX. Compta amb un total de 4 canals PWM amb control constant de la tensió, amb un ampli ventall de freqüències seleccionables, a més de tenir una sortida protegida al curtcircuit. El preu d'aquest dispositiu no és dels més econòmics del mercat (232€), però la possibilitat que ofereix de memoritzar fins a un total de 8 escenaris (0-63) i li confereix valor afegit que fa que no resulti tan car. A més, està dissenyat per a que qualsevol persona sense coneixements informàtics pugui programar una escena nova gràcies a l'opció d'habilitació d'aprenentatge d'escenaris proporcionada pel mateix bus.

Es va incloure en aquest apartat el cable per a bus KNX [17], necessari per interconnectar tant el mòdul d'il·luminació com tots els altres mòduls. En aquest cas, no hi havia massa possibilitats de tria, donat que amb els valors estàndards de cablejat n'hi havia prou per complir les funcions requerides i no és necessari disposar de característiques determinades especials. La connexió es va realitzar usant el fals sostre de la vivenda, reduint la despesa d'obra. El preu al mercat d'aquest tipus de cablejat varia força, però l'escollida fou una bobina de 100 metres de cable bus KNX per 70€.

Un altre dels elements essencials de la instal·lació és el motor que permet el moviment de pujada i baixada de les persianes[18]-[22]. La vivenda compta amb un total de tres punts on cal instal·lar motors, dos dels quals són finestres grans, per tant hi caldrà col·locar un motor que permeti moure el pes d'aquestes persianes. Per tal efecte es va escollir el Motor Tubular 45mm [23], que aguanta fins a 50 Kg de pes i té una potència de 30 Nm. Per a la persiana més petita, es va triar la mateixa marca de motor, però en una versió més petita i, per tant, més econòmica, ja que les característiques físiques de la persiana així ho permeten. Així, es va seleccionar el Motor Tubular 45mm, però en aquest cas el model suporta només 35 Kg de pes, amb una potència de 20 Nm. En aquest cas, la velocitat del motor és 2rpm superior que en el primer (15 rpm - 17 rpm). Pel que fa al valor econòmic, el motor petit té un cost de 71.39 € i els grans de 78.65 € cadascun.

Per a que aquests motors puguin ser aptes per al control domòtic, es necessita un actuador [24], [25] que faci aquesta funció. El preu dels actuadors fluctua molt segons el número de sortides i posicions de què disposin. Per al cas, amb un actuador de 6 sortides (ON/OFF per a les tres persianes) n'hi havia prou. L'opció més vàlida fou la que ofereix Futurasmus amb l'actuador uBrickio66X [26] de 10 A, el qual també té la funció programable d'escenes, pel que podrà actuar conjuntament amb el sistema d'il·luminació artificial de LEDs. El seu preu és de 298€, un component força car, però que permet poder connectar els tres motors al mateix actuador via bus KNX descrit anteriorment, essent això avantatjós donat que, tot i ser un component poc econòmic, surt més rendible que

instal·lar-ne d'altres amb menys sortides, fet que implicaria comprar-ne més unitats.

Finalment calia incloure un detector de moviment per il·luminar el lavabo que s'encendrà en entrar a l'estança en els casos que la resta de la il·luminació resti apagada. Aquest sensor només actuarà quan l'escena de *bona nit* estigui fixada, fent que en encendre's el LED emeti una llum tènue regulada que doni prou visibilitat, però que a la vegada no enlluerni a l'usuari. S'escull el detector de moviment DM KNT 001[27] de la casa Dinuy, que usa infrarojos per detectar qualsevol tipus de moviment, a més de poder ser alimentat per bus KNX, i de molt fàcil instal·lació en el fals sostre. A més compta amb una visió total de 360°, per tant no es corre el risc de quedar-se sense llum en cap moment. Té un cost econòmic de 145 € i és plenament compatible amb l'estàndard triat, a més de ser estèticament bonic per a una estància com és el lavabo.

## 4.2 Climatització

D'entre els elements disponibles a la casa, es va fer un estudi de viabilitat dels radiadors, opció que va ser desestimada degut al deteriorament dels mateixos, així com a les fuites descobertes durant les proves de funcionament, i que eren provocades per la inactivitat. Per això es va refusar la seva recuperació i es va dissenyar un control de la temperatura òptim i més modern. La proposta consistia en l'aprofitament, una vegada més, del fals sostre del que disposa la casa, i de l'ús d'una única bomba de calor/aire condicionat. La manera de climatitzar totes les habitacions amb un únic aparell és mitjançant la conducció de l'aire a les diferents habitacions per tubs conductors i una sortida estàndard. D'aquesta manera, tant l'aparell com la conducció de l'aire queden ocults al fals sostre, i només serien visibles les esclatxes per on sortís l'aire.

Per a dur a terme aquesta proposta es va seleccionar la casa Panasonic, marca reconeguda plenament establerta al mercat. Concretament es va triar el cassette de 4 vies 60x60 [28] model S-45PY2E5A, amb un volum d'aire mig de 609 m<sup>3</sup>/h, quantitat més que suficient per a aclimatar una casa amb unes dimensions de 100m<sup>2</sup>. A més, les 4 vies de què disposa eren perfectes per a fer la distribució d'aire, ja que es va utilitzar una per a la cuina i la bodega, una segona pel menjador, la tercera dividida entre el lavabo i l'habitació situada al costat, i una última per a les dues habitacions restants. El preu d'aquest aparell és de 662€, cost al que cal sumar-hi el del panell, 229€. Amb aquest sistema, una única unitat exterior podia repartir la seva capacitat entre 4 zones interiors simultàniament, motiu que fa que aquest sistema fos totalment adequat per a zones d'ús comú, a més de reduir la concentració de soroll.

L'inconvenient que presentava aquest sistema fou una igualtat de temperatura entre totes les estances i punts de la casa. No es va corregir aquest inconvenient degut a l'elevat cost de la resta de possibilitats de mercat, que augmentaven considerablement la despesa.

A més de poder controlar la temperatura mitjançant un smartphone, es va instal·lar un termòstat al menjador

per a la regulació de la temperatura. Aquest dispositiu pertanyia al Grup Foresis, model BerkerB.1B.3 [29] amb un cost de 100,49€, que disposa d'un display i dos polsadors per interactuar. Per a l'instal·lació del termòstat a la paret, es necessita un acoblador que actuï de pont entre l'aparell i el cablejat, pel que es va escollir un de la mateixa marca i dissenyat pel model de termòstat descrit, el Berker acoplador[30], que té un preu de 35,04 €.

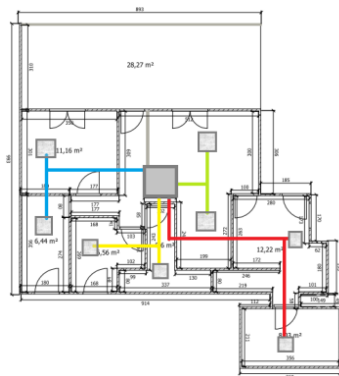


Figura 2: Distribució de l'aire a través del domicili.

A fi de tenir un ple control de la temperatura, calia fer la instal·lació d'una passarel·la tèrmica[31]-[33] amb protocol KNX, pel que es va confiar en la casa Zennio per al projecte, comprant la passarel·la Daikin-KNX[34] que, a més de poder fer la gestió del sistema de climatització, té integrat un mòdul de supervisió d'errors i gestió del sistema d'aigua calenta sanitària. Té un preu de 219€, xifra relativament més baixa que el de moltes de les seves competidores.

## 4.3 Seguretat

Per petició expressa del client, degut als furtos donats al barri, es va decidir incorporar un sistema de seguretat. A més, en ser una casa que probablement no estigui habitada 24/7, és necessari la integració d'un mòdul com aquest.

Després de fer un estudi dels diferents elements del mercat[35]-[41] amb les especificacions KNX, tals com sensors de presència, de trencament de finestres, d'obertura o de càmeres de seguretat, es va arribar a la conclusió que la manera òptima d'integrar aquest sistema era mitjançant la subcontractació d'una empresa professional del sector, ja que tant la col·locació dels elements de seguretat com el seu processament és complex. A més, la raó principal per la qual no es va implementar aquest mòdul és la impossibilitat de contactar directament amb la policia mitjançant un sistema domòtic, i donat que la vivenda no està situada a la mateixa població on resideix el client, és probable que aquest no tingués prou temps per arribar i comprovar l'estat de la casa en cas de senyal d'alarma per part del sistema de vigilància.

## 4.4 Aprofitament aigües fluvials

Tal i com constava en les esmenes prèvies del client, la casa comptava amb un dipòsit per a l'emmagatzemament d'aigua de pluja a la teulada, i font

que s'utilitzava per proveir aigua als lavabos i a la mànega del pati per regar les plantes. Per aquest motiu calia substituir l'antiga clau manual col·locada per una de més sofisticada que es pogués canviar de posició remotament.

Es va voler instal·lar un sensor d'aigües dins d'aquest dipòsit, donant informació a l'usuari sobre el volum d'aigua disponible i la capacitat restant[42], [43]. Aquesta tasca la va complir totalment la sonda per sensor d'ultrasons KNXSO250[44], amb un preu de 220€, que és capaç de detectar distàncies o volums en recipients de diferents formes. Aquest sistema requereix d'una passarel·la que, alhora, fa de mesurador del nivell de l'aigua ultrasònic i ho mostra en un display[45], el qual té moltíssimes funcions diferents, entre les quals mostra el nivell d'ompliment en diferents unitats de mesura, el valor màxim d'ompliment, els intervals de temps de realització de la pròxima mesura o fins i tot dona un avís quan el sensor està bloquejat. El seu preu no és econòmic, ja que es fixa en 512€, però el propietari de la casa va decidir prioritzar-lo i incloure'l en el pressupost ja que és un sistema totalment aprofitable tant per a la casa de dalt, que en sortiria beneficiat com per a que forma part del projecte.

Per últim també és necessària una electrovàlvula per tenir ple control de l'aigua que estem fent servir. Fou necessari l'accionament immediat d'aquesta i la seva obertura en condicions normals, ja que el dipòsit no s'havia quedat mai sense aigua. N'hi havia moltes al mercat que poguessin dur a terme aquesta funció, però finalment es va triar la de la casa Schneider Electric[46], de 15€, perquè complia la funció d'estar NO (normalment obert) i el diàmetre que utilitzava és el mateix que el del tub portador. No va caler preocupar-se per l'alimentador degut que es podia utilitzar el mateix que hi havia instal·lat en el moment.

#### 4.5 Elements de connexió

Amb la finalitat que tots els components domòtics funcionessin de manera sincronitzada i poguessin ser controlats des d'un mateix dispositiu, una passarel·la de inmòtica fou imprescindible. N'hi havia de molts tipus al mercat[47]-[50], però la gran majoria eren úniques en la seva tecnologia, donat que el mercat és reduït degut a que les noves actualitzacions substitueixen directament els seus components predecessors, per la qual cosa és difícil comprar de fàbrica un servidor antic que surti més econòmic. Per aquestes raons es va triar el HomeYink Server[51], [52], que es tracta d'un servidor web que permet visualitzar i controlar la instal·lació KNX en qualsevol plataforma, PC, tablet o smartphone. Permet el control de la il·luminació, persianes, climatització, així com qualsevol funció KNX disponible. Es connecta amb bus KNX i amb una *ethernet*, i necessita un alimentador de 24Vcc que no anava incorporat, pel que es va escollir la WellNES-200, que cobria el voltatge necessari. A més, la intensitat elèctrica del *server* estava compresa entre els límits de la font elèctrica. El servidor té un preu fix de 1500€, on cal sumar-li els 49.95€ que de l'alimentador. El software necessari per la visualització remota el proporciona el fabricant amb la compra del servidor.

#### 4.6 Elements afegits

En aquesta secció s'especifiquen tots aquells materials, serveis i productes que són completament necessaris per que el projecte de domotització es pugui dur a terme però que, en essència, no tenen res a veure amb el protocol utilitzat ni amb la domòtica de la casa.

Per acabar d'enllaçar i construir el sistema de climatització, era necessària la instal·lació i col·locació dels tubs conductors per sobre del fals sostre. N'hi havia molts que podrien ser compatibles tasca amb el nostre sistema, però es va acabar triant el tub helicoidal flexible Aludec[53], format per tres capes d'alumini i dues de polièster perfectament unides. És un tub flexible i de fàcil instal·lació, que es ven en caixes de 10 metres. Segons les mesures de la casa i la col·locació del cassette, van caldre uns 26 metres de tub, la qual cosa suposava una despesa de 64.77€ en aquest material, essent el preu unitari de 21.59€.

A més, fou necessària la instal·lació de reixetes de climatització a les habitacions, les quals anaven connectades amb els tubs prèviament esmentats. Aquestes es podien adquirir en qualsevol ferreteria, però hem es va optar per l'opció de la mateixa casa que els tubs: les reixetes d'impulsió d'aletes orientables [54], d'alumini blanc, tractant de mimetitzar-les amb el color del sostre. Cadascuna té un cost de 6.35€, essent el cost total de totes les reixetes de 38.1€.

Per solucionar el problema de la temperatura idèntica a tota la casa, descrit anteriorment, hi havia la possibilitat d'utilitzar unes reixetes motoritzades que ens ofereix la casa FontGas[55] però el preu de cadascuna d'elles és massa elevat(144.35€ per unitat). Aquest, sumat al preu d'un actuator per tancar-la i obrir-la a plaer, feia incrementar el pressupost en més de 1000€. En un principi, el client va contemplar l'opció d'afegir-los a la vivenda, però en saber la xifra econòmica la va desestimar.

Finalment era necessària una connexió a Internet, servei del qual la casa no disposava en el moment. El contacte amb la companyia Movistar va resultar en la possibilitat d'obtenir una línia ADSL de 10 Mb per menys de 20€/mes. També es va estudiar la possibilitat d'instal·lar fibra òptica a l'edifici, ja que hi ha cobertura a la zona, però no és necessària per al sistema i amb la tecnologia descrita n'hi havia prou per abastir els sistemes.

### 5 PRESSUPOST

Tot i que ja s'ha esmentat en apartats anteriors el cost de cadascun dels components, en aquest es fa una recopilació de tots ells i una suma final per a quantificar la proporció del projecte. Tanmateix, en un subapartat, es va incloure la mà d'obra de l'instal·lador, ja que era necessària la col·locació i posada en marxa de tots els components esmentats, i la programació de tot el sistema, donat que cal comunicats la comunicació dels elements era vital per a poder ser controlats remotament.

Pel que fa als components escollits de tots els mòduls, la suma ascendiria a:

Element	Preu unitari	Preu Total
LED Spot WW	40,23	804,6 €
DimmerKNX LED Vcc	232,00 €	232,00 €
Cable Bus KNX	70,00 €	70,00 €
Motor tubular 50Kg	78,65 €	157,30 €
motor tubular 35Kg	71,39 €	71,39 €
Actuador uBrickio66X	298,00 €	298,00 €
Detector movDMKNT	145,00 €	145,00 €
Cassette S-45PY2E5A	662,00 €	662,00 €
Panell Cassette	229,00 €	229,00 €
TermostatBerkerB.1B.3	100,49 €	100,49 €
Adaptador Berker	35,04 €	35,04 €
Passarel la Daikin-KNX	219,00 €	219,00 €
Sensor dipositKNXSO250	220,00 €	220,00 €
Mesurador d'aigua	512,00 €	512,00 €
Electrovalvula	15,00 €	15,00 €
Servidor HomeYink	1.500,00 €	1.500,00 €
Alimentador 24V	49,95 €	49,95 €
Tub alumini i poliester	21,59 €	64,77 €
Reixes de climatització	6,35 €	38,10 €
Connexió a Internet	20,00 €	20,00 €
<b>TOTAL MATERIAL</b>		<b>5443,64 €</b>

Per obtenir el preu final del projecte era imprescindible la inclusió del servei de l'instal·lador KNX, descrit per la *Guia técnica de Aplicación* al final del primer apartat: "la realització, manteniment o reparació de les instal·lacions domòtiques es portarà a terme per un instal·lador autoritzat en baixa tensió de la categoria especialista en la modalitat de sistemes de automatització, gestió tècnica de la energia i seguretat per vivendes i edificis". Per tant, la mateixa persona va poder realitzar la instal·lació dels elements domòtics i dels elèctrics.

Obtenir un preu exacte per pressupostar un integrador KNX no es tasca fàcil, ja que normalment es contracta a una empresa que s'encarrega de tot el projecte, des de la recopilació de requeriments, passant per la compra de components i acabant amb la instal·lació, la posada a punt i manteniment dels mateixos. Per aquest motiu, va ser necessari posar-se en contacte amb diferents integradors KNX i reunir-se amb ells per a que estudiessin l'entorn del projecte *in situ*. El pressupost d'aquests professionals no es pot dividir en unitats de treball, sinó que es proporciona als clients en forma de projecte complet. Després de fer quatre trobades amb diferents integradors, tots ells van concloure que per a la instal·lació i la posada a punt del sistema descrit el cost oscil·laria entre 1150 i 1400€. La manera més aproximada que tenim d'extreure'n una xifra és el càlcul de la mitjana aritmètica dels valors proporcionats, pel que en calcular-la obtenim un preu d'instal·lació i programació del sistema de 1275€. Sumant la quantitat anterior amb aquesta obtenim:

Material	5443,64 €
Instal·lació i programació	1275,00 €
<b>TOTAL PROJECTE</b>	<b>6718,64 €</b>

Amb aquesta xifra es compleix la premissa del client de

no superar els 7000 euros de pressupost màxim preestablert, permetent alhora la contractació del servei de seguretat esmentat en el mòdul de seguretat, i que en cap cas superaria la xifra de 750€, pel que es compleix l'objectiu pressupostari del client.

## 6 VALORACIONS

Al llarg de la realització d'aquest projecte s'ha assolit un coneixement profund en l'àmbit de la robòtica de la casa, o domòtica. L'estudi de requeriments del client, de totes les parts de l'habitatge, de tot el mercat domòtic amb tots els tipus de protocols i la tria dels components que formarien finalment el sistema no ha estat tasca fàcil.

Tot i que s'ha obtingut un resultat satisfactori en quant a expectatives i pressupost final, amb tots els coneixements informàtics que atorga un grau d'Enginyeria Informàtica, probablement es podria haver realitzat un producte final més econòmic i personalitzat per al client, substituint alguns elements pressupostats per d'altres autoprogramables, exemple dels quals són les Rasperry Pi o microcontroladors com Arduino Uno. Amb els coneixements adequats i dedicant-hi temps, un procés de domotització d'una casa no és inassequible per a gairebé qualsevol butxaca.

Amb tot el coneixement obtingut i l'estudi realitzat, i encara que els professionals del sector ho desmenteixin, cap projecte domòtic té opció de sortir rendible. La gran majoria de components amb les característiques esmentades en aquest article són molt costosos de fabricar, tant a nivell econòmic com a nivell mediambiental, i de ben segur que sense l'existència dels mateixos, els éssers humans podríem viure igual de bé. Amb això no es vol desprestigar la domòtica, però si que esdevindrà una de les necessitats creades pel mercat per a enriquir-se a costa dels contribuents, tot i que és necessari dir que atorga al usuari un nivell de vida més elevat i còmode. Podem aventurar-nos a dir que d'aquí una vintena d'anys no hi haurà cap vivenda de nova construcció que no inclogui la domòtica.

## 7 CONCLUSIONS

Durant la realització d'aquest projecte s'han assolit la gran majoria dels objectius marcats inicialment.

S'ha considerat que el sistema de seguretat era millor subcontractar-lo degut a què les propostes investigades no acabaven de complir amb els requeriments del client, i no hi havia cap manera econòmicament viable de solucionar el problema, a part de les ofertes que ofereixen les asseguradores actualment són molt complertes.

Tot i que probablement un article no és la millor manera de presentar uns resultats d'un estudi de domotització, penso que pot servir com a guia per a afrontar altres projectes en aquest àmbit o en qualsevol altre relacionat amb el tracte amb clients i la consultoria d'enginyeria.

Probablement, la única futura possible línia d'investigació d'aquest estudi sigui la mateixa instal·lació del sistema domòtic, afrontant el repte de la programació

dels mateixos, i la seva combinació de manera que puguem crear les escenes desitjades pel client, creant així un ambient el més confortable possible per a que la seva estada a casa sigui agradable.

## AGRAÏMENTS

Primerament, agrir al senyor Lluís Ribas el fet d'haver acceptat ser el tutor d'aquest projecte que a mi tanta il·lusió em feia realitzar.

Així mateix, agrair a en Nacho Izaga el seu interès i ajuda de manera totalment altruista, donant-me un cop de mà sempre que ho he necessitat.

Per suposat, l'agraïment més profund a la meva família, perquè sense el seu suport, col·laboració i inspiració aquest projecte no hagués estat possible.

I finalment, a ella, per creure en mi en moments en què ni jo mateix era capaç de fer-ho.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] "Dómotica, tecnología para una mayor seguridad. confort y eficiencia energética," Noviembre, 2013. [Online]. Available: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2790>. [Accessed: 25-Mar-2016].
- [2] "Real Academia Española. Domótica," 2016. [Online]. Available: <http://dle.rae.es/?id=E7W0v9b>. [Accessed: 20-Jun-2016].
- [3] "Philips hue LED 10W," 2015. [Online]. Available: [https://www.amazon.es/Philips-Hue-8718696461730-individual-app-control/dp/B016151IW6/ref=sr\\_1\\_7?ie=UTF8&qid=1466892523&sr=8-7&keywords=phillips+hue](https://www.amazon.es/Philips-Hue-8718696461730-individual-app-control/dp/B016151IW6/ref=sr_1_7?ie=UTF8&qid=1466892523&sr=8-7&keywords=phillips+hue). [Accessed: 15-Apr-2016].
- [4] "Z-wave españa Bombilla LED Aeon," 2016. [Online]. Available: [http://zwave.es/AEO\\_ZW098-C55](http://zwave.es/AEO_ZW098-C55). [Accessed: 15-Apr-2016].
- [5] "DALI Led Driver DC3-10V/3W/300mA - Alimentación LED - Control DALI - Ledbox."
- [6] "Z-wave España Bombilla Domi Tech LED," 2015. [Online]. Available: [http://zwave.es/all/allzwave?product\\_id=475](http://zwave.es/all/allzwave?product_id=475). [Accessed: 15-Apr-2016].
- [7] "Bombilla GU10 Regulable LED," 2015. [Online]. Available: <http://www.sumidelec.com/bombilla-gu10-regulable-led-uniform-line-6w-120-gradosp-5264>. [Accessed: 15-Apr-2016].
- [8] "Compact FL Bulb PLUS," 2016. [Online]. Available: <http://knxshoonline.co.uk/compact-fl-bulb-esl-plus-led-8-5w/>. [Accessed: 15-Apr-2016].
- [9] "Z-wave España Bombilla RGBW Zipato," 2016. [Online]. Available: [http://zwave.es/dimmers/LEDsRGBW/ZIP\\_RGBWWE39ZW](http://zwave.es/dimmers/LEDsRGBW/ZIP_RGBWWE39ZW). [Accessed: 15-Apr-2016].
- [10] "Loxone LED spot WW," 2015. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/eses/led-spot-ww.html>. [Accessed: 15-Apr-2016].
- [11] "TXA 306 dimmer," 2015. [Online]. Available: <http://www.hager.es/productos-e.catalogo/pequeno-material+-sistemas-para-control-de-edificios/sistemas-para-edificios-inteligentes/tebis-bus/modulos-de-entrada/txa306/16130.htm>. [Accessed: 16-Apr-2016].
- [12] "Dimmer Air RGBW Loxone," 2015. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/eses/dimmer-air-rgbw.html>. [Accessed: 01-May-2016].
- [13] "K-BUS actuador dimmer," 2015. [Online]. Available: <http://www.knxcomponentes.com/es/home/12-k-bus-dimmer-1-2-y-4-salidas.html>. [Accessed: 02-May-2016].
- [14] "Dimmer universal Z-wave," 2015. [Online]. Available: [http://zwave.es/dimmers/universaldimmers/BE\\_DIMMER](http://zwave.es/dimmers/universaldimmers/BE_DIMMER). [Accessed: 01-Apr-2016].
- [15] "GW 90 764 -CVD type Attuatore dimmer KNX."
- [16] "Gewiss dimmer KNX LED," 2013. [Online]. Available: <https://www.casadomo.com/noticias/gewiss-presenta-nuevos-dimmers-knx-para-iluminacion-led>. [Accessed: 16-Apr-2016].
- [17] "Cable para Bus KNX," 2015. [Online]. Available: [http://www.knxmarketplace.com/index.php?route=product/product&product\\_id=8352](http://www.knxmarketplace.com/index.php?route=product/product&product_id=8352). [Accessed: 03-May-2016].
- [18] "Loxone motor persiana solidline," 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/eses/motor-persiana-solidline-air.html> [. [Accessed: 03-Apr-2016].
- [19] "Control persianas fibaro z-wave," 2016. [Online]. Available: <http://zwave.es/rollershuttercontrol/rollershutte>

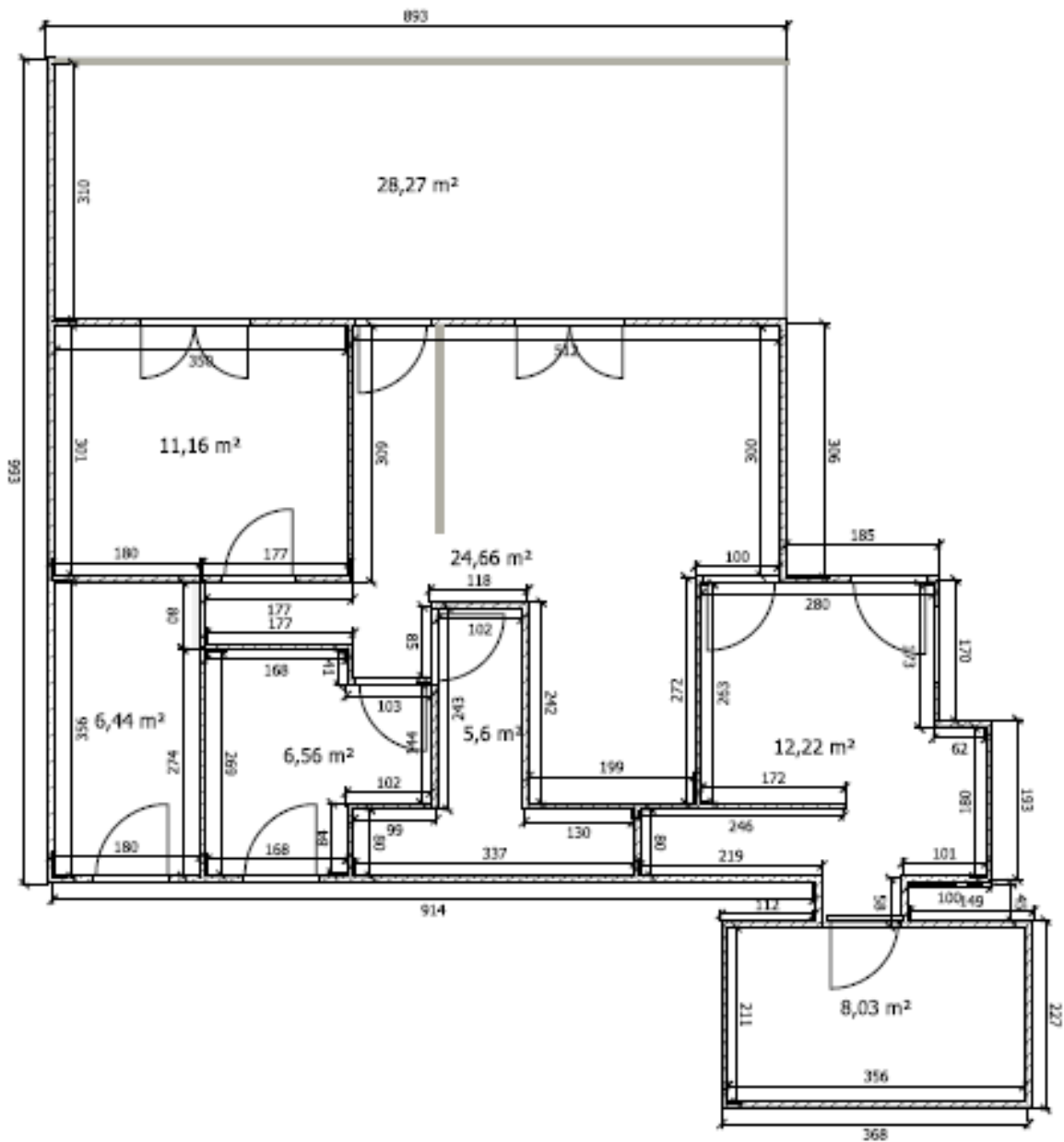


- rcontrowithmetering/FGRM\_222. [Accessed: 03-May-2016]. [31] “Intensis BOX KNX EIB,” 2015. [Online]. Available: <http://www.knxmarketplace.com/intensisbox-knx-eib-hitachi-aw-gama-yutaki-s>. [Accessed: 10-May-2016].
- [20] “Motor para automatizar persianas z-wave,” 2014. [Online]. Available: [http://zwave.es/PER\\_MOT30\\_PER](http://zwave.es/PER_MOT30_PER). [Accessed: 03-May-2016]. [32] “Pasarela intensisBox Panasonic,” 2015. [Online]. Available: [https://www.intensisbox.com/intensis/product/media/intensisbox\\_pa-ac-knx-li\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.intensisbox.com/intensis/product/media/intensisbox_pa-ac-knx-li_datasheet_en.pdf). [Accessed: 10-May-2016].
- [21] “Motor persiana fgmatic,” 2013. . [33] “IntensisBox KNX LG Air,” 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=13768](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=13768). [Accessed: 10-Apr-2016].
- [22] “Motor persiana motores i persianas,” 2014. [Online]. Available: [http://www.motorespersianas.com/motor-persiana-con-cable-50-kg-eje-de-60mm-30nm\\_p1362960.htm?gclid=CNCnn8f9uM0CFRYTGwodlgkP1Q](http://www.motorespersianas.com/motor-persiana-con-cable-50-kg-eje-de-60mm-30nm_p1362960.htm?gclid=CNCnn8f9uM0CFRYTGwodlgkP1Q). [Accessed: 03-Apr-2016]. [34] “Pasarela Daimin KNX,” 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=13768](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=13768). [Accessed: 10-May-2016].
- [23] “Motor persiana octogonal 57 mm,” 2015. [Online]. Available: [http://www.fgmatic.com/es/motores-persianas-y-toldos/109-motor-persiana-toldo-tub45mm.html#/soporte-soporte\\_de\\_obra/adaptadores-octogonal\\_57\\_mm\\_mtl47/potencia-30\\_nm\\_50\\_kg\\_15\\_rpm](http://www.fgmatic.com/es/motores-persianas-y-toldos/109-motor-persiana-toldo-tub45mm.html#/soporte-soporte_de_obra/adaptadores-octogonal_57_mm_mtl47/potencia-30_nm_50_kg_15_rpm). [Accessed: 05-Apr-2016]. [35] “Loxone actuador valvula air,” 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/es/actuador-valvula-air.html>. [Accessed: 06-May-2016].
- [24] “Arduino UNO,” 2016. [Online]. Available: <https://www.amazon.com/Arduino-UNO-board-ATmega328P-A000066/dp/B008GRTSV6>. [Accessed: 02-May-2016]. [36] “Sensor inundacion air,” 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/es/sensor-inundacion-air.html>. [Accessed: 06-May-2016].
- [25] “Gira KNX dimming actuators,” 2015. [Online]. Available: [http://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib\\_system/knx-produkte/aktoren/beleuchtung/dimmaktoren.html](http://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/aktoren/beleuchtung/dimmaktoren.html). [Accessed: 02-May-2016]. [37] “Contacto de puerta y ventana air,” 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/es/contacto-puerta-ventana-air.html>. [Accessed: 06-May-2016].
- [26] “uBrick actuador multifuncion futurasmus,” 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=14910](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=14910). [Accessed: 03-May-2016]. [38] “Detector de movimiento tree,” 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/es/detector-movimiento-tree.html>. [Accessed: 06-May-2016].
- [27] “Detector movimiento futuasmus,” 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=16250](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=16250). [Accessed: 05-Apr-2016]. [39] “Video portero loxone intercom,” 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/es/intercom.html>. [Accessed: 06-May-2016].
- [28] “Cassette 4 vies,” 2015. [Online]. Available: Cassette 4 vies 60x60 S-45PY2E5A. [Accessed: 15-May-2016]. [40] “Control LEDS RGBW Fibaro,” 2015. [Online]. Available: [http://zwave.es/sensors/multisensors/FIB\\_FGRGB-101](http://zwave.es/sensors/multisensors/FIB_FGRGB-101). [Accessed: 06-May-2016].
- [29] “Berker B1,” 2014. . [41] “Sensor apertura puertas y ventanas,” 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=16434](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=16434). [Accessed: 06-May-2016].
- [30] “Berker Acoplador,” 2016. [Online]. Available: [http://shop.foresis.info/index.php?id\\_product=4&controller=product](http://shop.foresis.info/index.php?id_product=4&controller=product). [Accessed: 10-Apr-2016]. [42] “ExControl Sensor nivell Arduino.” .

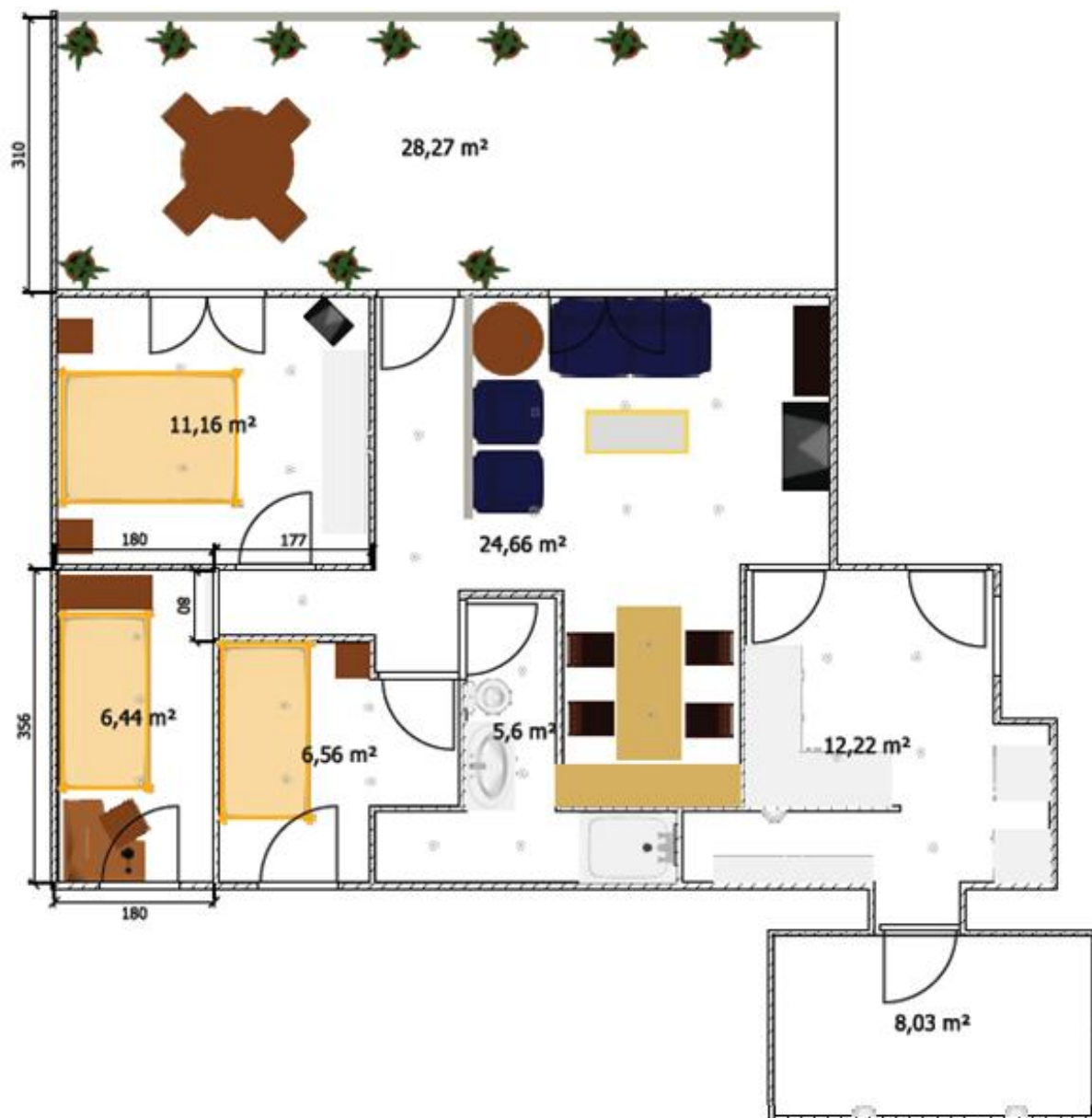
- [43] "Modulo Z-wave sensor de nivel," 2015. .
- [44] "Futurasmus KNX Group," 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=11875](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=11875). [Accessed: 25-Apr-2016].
- [45] "Futurasmus KNX Group Medidor nivel," 2015. [Online]. Available: [http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod\\_producto=8071](http://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=8071). [Accessed: 22-Apr-2016].
- [46] "Voltimum Electrovalvula," 2016. [Online]. Available: <http://www.voltimum.es/e-catalogue/brand/schneider-electric/product/8723>. [Accessed: 22-Apr-2016].
- [47] "Loxone," 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/eses/miniserver.html>. [Accessed: 02-May-2016].
- [48] "Loxone miniserver," 2016. [Online]. Available: <http://shop.loxone.com/eses/miniserver-go.html>. [Accessed: 02-May-2016].
- [49] "Z-wave España Fibaro Home Center 2," 2013. [Online]. Available: <http://zwave.es/controllers/zwavegateways/FibaroHomeCenter2>. [Accessed: 02-May-2016].
- [50] "Z-Wave España Fibaro Home Center Lite," 2013. [Online]. Available: <http://zwave.es/controllers/zwavegateways/FibaroHomeCenterLite>. [Accessed: 02-May-2016].
- [51] Sesa, "Manual paso a paso homeLYnk Manual paso a paso homeLYnk Manual paso a paso."
- [52] H. Server, "Inmótica KNX Visualización y control."
- [53] "Tubo aire," 2015. [Online]. Available: [https://www.fontgasonline.com/categoria/Tubo-helicoidal-flexible-\(ALUDEC\)---035020](https://www.fontgasonline.com/categoria/Tubo-helicoidal-flexible-(ALUDEC)---035020). [Accessed: 20-May-2016].
- [54] "Rejillas simple," 2015. [Online]. Available: <https://www.fontgasonline.com/categoria/Rejilla-impulsion-simple-deflexion---035505>. [Accessed: 02-May-2016].
- [55] "Rejilla motorizada," 2016. [Online]. Available: <https://www.fontgasonline.com/categoria/Rejilla-motorizada---035512>. [Accessed: 10-May-2016].
- [56] C. Pasten and J. C. Santamarina, "Energy and quality of life," *Energy Policy*, vol. 49, pp. 468-476, 2012.

## ANNEX

### A1. Plànol mètric de la vivenda



## A2. Plànol mobiliari



- E-mail de contacte: cgonzjui@gmail.com
- Menció realitzada: Enginyeria de Computadors
- Treball tutoritzat per: Dr. Lluís Ribas Xirgo (Microelectronics and Electronic System Dept.)
- Curs 2015/16