
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Haik El Afia, Ossama; Ismael Fabricio, Chaile Alfaro , dir. Chatbots al Servei de la Llar: Optimitzant la Sostenibilitat i l'Eficiència Energètica. 2024. 10 pag. (Grau en Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/308178>

under the terms of the  license

Chatbots al Servei de la Llar: Optimitzant la Sostenibilitat i l'Eficiència Energètica

Ossama Haik El Afia

Resum— El projecte se centra en la implementació d'un sistema de control de recursos energètics mitjançant un chatbot que optimitzi el consum elèctric i faciliti la gestió de dades energètiques per als usuaris. La solució proposada inclou la integració de sensors intel·ligents de Tuya amb un chatbot desenvolupat en Botflow, utilitzant no-code i low-code, capaç d'interactuar amb els usuaris i proporcionar informació en temps real sobre el consum d'electricitat. A més, es desenvolupa una intel·ligència artificial generativa per interpretar i presentar les dades de manera comprensible.

Paraules clau— Control de recursos energètics, chatbot, sensors intel·ligents, Node.js, intel·ligència artificial, Tuya, gestió energètica.

Abstract— This project focuses on implementing an energy resource control system through a chatbot designed to optimize electrical consumption and facilitate energy data management for users. The proposed solution includes the integration of Tuya smart sensors with a chatbot developed in Botflow, using no-code and low-code, capable of interacting with users and providing real-time information on electricity consumption. Additionally, a generative artificial intelligence is used to interpret and present data comprehensibly.

Keywords— Energy resource control, chatbot, smart sensors, Node.js, artificial intelligence, Tuya, energy management.



1 INTRODUCCIÓ

L'accés a les dades dels comptadors d'energia, com ara la llum, l'aigua i el gas, presenta una sèrie de desafiaments per als usuaris que volen gestionar eficientment el seu consum de recursos. Aquesta manca d'accés a dades en temps real dificulta la presa de decisions informades i l'adopció de pràctiques sostenibles. Els comptadors tradicionals solen proporcionar dades de manera intermitent o amb retards, la qual cosa impedeix que els usuaris puguin reaccionar de manera immediata a canvis en el seu consum o identificar patrons d'ús que podrien ser optimitzats. Això comporta no només un increment en els costos energètics, sinó també un impacte negatiu en el medi ambient per l'ús ineficient dels recursos.

En aquest context, la implementació de tecnologies avançades com els intel·ligents i els *chatbots* ofereix una solució innovadora per optimitzar el consum energètic i facilitar la gestió de dades per als usuaris. Els sensors in-

tel·ligents compatibles amb Tuya[9], per exemple, poden ser integrats en els sistemes de comptatge per proporcionar dades en temps real sobre el consum de llum, aigua i gas. Aquests sensors permeten una monitorització contínua i precisa, oferint als usuaris una visibilitat completa del seu ús energètic. Amb aquesta informació, els usuaris poden identificar immediatament qualsevol anomalia o excés en el consum, així com ajustar els seus hàbits per millorar l'eficiència.

1.1 Objectius

1.1.1 Objectius generals

L'objectiu principal d'aquest projecte és la implementació d'un sistema avançat de control de recursos energètics mitjançant un *chatbot* intel·ligent, amb l'objectiu d'optimitzar el consum elèctric i facilitar la gestió de dades energètiques per als usuaris. Aquest sistema busca proporcionar una solució integral que permeti als usuaris monitoritzar, analitzar i gestionar el seu consum energètic de manera eficient i sostenible, contribuint així a la reducció de costos i a la millora del medi ambient.

• E-mail de contacte: ossamaHaik95@gmail.com
• Treball tutoritzat per: Ismael Fabricio Chaile Alfaro (Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics)
• Curs 2023/24

1.1.2 Objectius específics

- **Dissenyar i implementar un *chatbot* intel·ligent:** Desenvolupar un *chatbot* capaç d'interactuar de manera efectiva amb els usuaris, oferint informació detallada sobre el seu consum elèctric. Això implica la creació de fluxos de conversa ben definits, respostes automàtiques adequades i funcionalitats específiques que permetin una experiència d'usuari fluida i útil. El disseny del *chatbot* haurà de ser intuïtiu, amb la capacitat de respondre a diverses consultes i proporcionar consells pràctics sobre l'ús de l'energia.
- **Integració amb mesuradors intel·ligents d'electricitat:** Connectar el *chatbot* a una xarxa de mesuradors intel·ligents, que permetran obtenir dades en temps real sobre el consum elèctric dels usuaris. Aquests mesuradors han de ser capaços de recollir informació detallada i precisa, la qual serà enviada al *chatbot* per a la seva posterior anàlisi i presentació.
- **Desenvolupament de la lògica d'interpretació i presentació de dades:** Crear la lògica necessària perquè el *chatbot* pugui interpretar les dades recollides pels mesuradors intel·ligents i presentar-les de manera clara i comprensible per als usuaris. Això inclou la generació de gràfics, informes i resums que permetin als usuaris entendre fàcilment el seu consum energètic i identificar possibles àrees de millora.

Aquest conjunt d'objectius específics permetrà que el sistema de control de recursos energètics sigui no només una eina d'informació, sinó també una guia activa i interactiva per als usuaris, ajudant-los a prendre decisions informades i a adoptar hàbits més sostenibles en el seu dia a dia. La implementació d'aquest sistema suposarà un pas significatiu cap a la transformació digital del consum energètic, fent possible una gestió més intel·ligent i respectuosa amb el medi ambient.

1.2 Metodologia i planificació del treball

El projecte es divideix en dues parts fonamentals: el marc teòric i el marc pràctic, cadascuna de les quals comprèn una sèrie de fases detallades que es despleguen de manera seqüencial i interconnectada per assolir els objectius establerts.

En el marc teòric, es realitzarà una exposició detallada del treball, amb un enfocament primordial en la recopilació de dades del consum d'electricitat al domicili. Aquesta recopilació permetrà visualitzar el patró de consum i obtenir un conjunt de dades significatiu. Aquestes dades seran crucials per establir una línia base prèvia a la implementació del *chatbot*. A més a més, aquesta etapa abastarà un procés d'aprenentatge exhaustiu sobre els *chatbots* i l'ús de l'eina Botflow[12].

- **Revisió de la literatura existent:** Es realitzarà una revisió exhaustiva de la literatura sobre el consum d'electricitat, les seves tendències i les pràctiques de

gestió eficient. Aquesta anàlisi permetrà entendre a fons els factors que influeixen en el consum d'energia i les estratègies per reduir-lo, així com identificar les tecnologies i metodologies més efectives per a la monitorització i optimització del consum energètic.

- **Estudi sobre *chatbots* i Node.js:** Paral·lelament, es durà a terme un estudi aprofundit sobre els *chatbots*, incloent-hi les seves aplicacions pràctiques, avantatges, limitacions, i les millors pràctiques per a la seva implementació en una aplicació mòbil. Això inclourà la investigació de tecnologies de processament del llenguatge natural (NLP), la programació en Node.js[10] i de l'eina Botflow[12], que serà la base tecnològica per al desenvolupament del *chatbot*.
- **Recopilació de dades de consum:** Es realitzarà una recopilació sistemàtica de dades del consum d'electricitat al domicili, utilitzant dispositius de mesurament intel·ligents. Aquestes dades es processaran i analitzaran per identificar patrons de consum, pics de demanda i possibles àrees de millora en l'eficiència energètica.

Un cop adquirits els coneixements necessaris, es donarà pas a la fase pràctica del projecte. Aquesta fase implica el desenvolupament d'una aplicació web i mòbil integral que contingui el *chatbot* esmentat, així com càlculs del cost projectat en la pròxima factura, recomanacions personalitzades i possibles incentius per fomentar hàbits de consum més eficients.

- **Desenvolupament de l'aplicació web i mòbil:** Utilitzant les eines i tecnologies adequades, com ara el desenvolupament per a web i dispositius mòbils (principalment Android), es construirà un *chatbot* que integrarà totes

les funcionalitats previstes. Això inclou la creació d'una interfície d'usuari intuïtiva i atractiva que faciliti la interacció amb el *chatbot* i la visualització de les dades de consum.

- **Integració de serveis web:** Es farà ús de serveis web per a la recopilació i gestió de dades de consum. Aquestes dades seran processades i emmagatzemades en temps real per assegurar que l'usuari tingui accés a informació actualitzada i precisa sobre el seu consum energètic.
- **Desenvolupament del *chatbot*:** Amb els coneixements adquirits en la fase teòrica, es procedirà a la programació del *chatbot* utilitzant [12]. Aquest *chatbot* serà capaç d'interactuar amb els usuaris, proporcionar informació detallada sobre el consum d'electricitat i oferir recomanacions personalitzades per millorar l'eficiència energètica.

- **Proves i ajustos:** Una vegada desenvolupada l'aplicació, es realitzarà una fase de proves exhaustiva per garantir el seu correcte funcionament. Aquesta fase inclourà proves de funcionalitat per detectar i corregir errors tècnics, així com proves d'usabilitat per assegurar que l'aplicació és fàcil d'utilitzar i intuïtiva per a l'usuari final. Es recolliran comentaris dels usuaris de prova per realitzar els ajustos necessaris i millorar l'experiència global.
- **Llançament i manteniment:** Després de completar les proves i ajustos, es procedirà al llançament oficial de l'aplicació. Posteriorment, es durà a terme un manteniment continu per assegurar que l'aplicació funciona de manera òptima i per implementar millores basades en els comentaris dels usuaris i en l'evolució de les tecnologies disponibles.

2 MARC TEÒRIC

2.1 Què és la IA?

La *intel·ligència artificial* (IA) és una branca de la informàtica que se centra en la creació de sistemes capaços de realitzar tasques que, normalment, requereixen intel·ligència humana. Això inclou habilitats com l'aprenentatge, el raonament, la percepció, la comprensió del llenguatge i la presa de decisions. La IA es basa en algorismes i models matemàtics que permeten a les màquines processar grans quantitats de dades, identificar patrons i prendre decisions basades en aquesta informació. Hi ha diverses aplicacions de la IA en camps com la medicina, la indústria, l'educació i l'entreteniment. Els avenços en IA estan transformant múltiples sectors, millorant l'eficiència i oferint noves solucions a problemes complexos.[1]

2.2 Origen de la IA

L'origen de la *intel·ligència artificial* (IA) es remunta a mitjans del segle XX. El 1956, la conferència de *Dartmouth*, organitzada per *John McCarthy* i altres pioners, va marcar el naixement formal de la IA i va encunyar el seu nom. A les dècades de 1950 i 1960, es van desenvolupar els primers programes de IA, com el *Logic Theorist* i el *General Problem Solver*, que van demostrar la capacitat de les màquines per resoldre problemes lògics. Tot i que l'optimisme inicial era alt, la IA va enfrontar desafiaments tècnics significatius a les dècades de 1970 i 1980, portant a períodes d'escepticisme coneguts com a "hiverns de la IA". No obstant això, des de l'any 2000, els avenços en la capacitat computacional, l'accés a grans quantitats de dades i noves tècniques com l'aprenentatge profund han revitalitzat el camp, permetent avenços notables en diverses aplicacions pràctiques.[2]

2.3 Natural Language Generation

El Processament del Llenguatge Natural (NLP, per les seves sigles en anglès) és una sub branca de la intel·ligència artificial que es dedica a la interacció entre ordinadors i el llenguatge humà. El seu objectiu principal és permetre que les màquines comprenguin, interpretin i responguin a les entrades en llenguatge natural d'una manera significativa i útil. Les tasques de *NLP* inclouen l'anàlisi sintàctica, la traducció automàtica, el reconeixement de veu, l'anàlisi de sentiment, el resum de textos i l'extracció d'informació. Aplicacions comunes de *NLP* són els assistents virtuals, *chatbots*, sistemes de cerca i eines d'anàlisi de text. L'avenç en *NLP* ha estat impulsat per tècniques d'aprenentatge automàtic i grans volums de dades, millorant significativament la capacitat de les màquines per gestionar el llenguatge humà.[3]

2.4 Natural Language Understanding

Natural Language Understanding (Enteniment del Llenguatge Natural) és una sub branca de la intel·ligència artificial que se centra en la capacitat de les màquines per comprendre i interpretar el llenguatge humà de manera significativa. A diferència del processament del llenguatge natural (*NLP*), que abasta una gamma més àmplia de tasques, *NLU* es focalitza específicament en la comprensió semàntica i contextual del text. Les tasques clau de *NLU* inclouen l'anàlisi semàntic, el reconeixement d'entitats, l'anàlisi de sentiment, la desambiguació de paraules i l'anàlisi d'intenció. Aquestes capacitats són essencials per a aplicacions com assistents virtuals, *chatbots*, motors de cerca i sistemes de traducció automàtica, permetent interaccions més naturals i efectives entre humans i màquines.[3]

2.5 IA Generativa

La intel·ligència artificial generativa és una sub branca de la IA que es centra en la creació de contingut nou a partir de models entrenats amb grans quantitats de dades. Utilitza tècniques avançades d'aprenentatge profund, com les xarxes generatives antagoniques (*GANs*) i transformadors, per generar text, imatges, música, vídeo i altres tipus de contingut. Les aplicacions inclouen generació de text, síntesi d'imatges, composició musical, creació de vídeo i disseny de productes. Aquesta tecnologia té un gran potencial per innovar en diverses indústries, des de l'entreteniment i la publicitat fins al disseny i la medicina, tot i que planteja desafiaments ètics i de propietat intel·lectual que han de ser abordats.[4]

2.6 IA No-Generativa

La intel·ligència artificial no generativa es centra en tasques d'anàlisi, classificació, predicció i presa de decisions basades en dades existents. Utilitza tècniques com l'aprenentatge supervisat, no supervisat i per

reforç per extreure patrons i millorar la presa de decisions. Les aplicacions inclouen l'anàlisi de dades, classificació, reconeixement de veu i visió, sistemes de recomanació i predicció i diagnòstic. Aquests sistemes milloren l'eficiència i precisió en sectors com la salut, les finances, el transport i els serveis al client. A diferència de la IA generativa, no creen contingut nou, sinó que optimitzen processos i solucions basades en dades existents.[5]

2.7 Large Language Model

Un *Large Language Model (LLM)* és un tipus de model d'intel·ligència artificial dissenyat per comprendre i generar text en llenguatge natural a gran escala. Utilitzen arquitectures avançades, com els transformadors, i s'entrenen amb enormes quantitats de dades textuales. Les característiques clau inclouen la comprensió del llenguatge, la generació de text coherent i la versatilitat en tasques com la traducció, el resum i els *chatbots*. Els *LLM* són escalables, millorant amb més dades i una major complexitat del model. Les aplicacions pràctiques inclouen motors de cerca, assistents virtuals i creació automatitzada de contingut. Representen un avanç significatiu en el processament del llenguatge natural.[6]

2.8 Botflow

Botflow és una plataforma *SaaS* sense codi i de baix codi per a la IA conversacional. El seu entorn de treball és ideal per a dissenyadors conversacionals, permetent als equips col·laborar, augmentant la sinergia i la productivitat. Botflow funciona mitjançant una interfície d'arrossegar i deixar anar, on els usuaris poden afegir objectes i plantilles per construir el seu disseny. Un cop finalitzat el disseny, es pot desplegar amb un sol clic en un agent conversacional de IA. Els *chatbots* creats poden executar-se a la web, Android Messages i Business Messages (Google Maps). Botflow utilitza IA determinista i no determinista per ajudar en la construcció del *chatbot*. Encara que està dissenyat per a tothom, actualment està en disponibilitat general privada per a agències[12], en el meu cas ha sigut proporcionat pel *Doctor Ismael Chaile*[13], que es el *Ceo de Aineth*, professor de L'Universitat Autònoma de Barcelona i el meu tutor d'aquest projecte.

2.9 Pobresa energètica

La crisi energètica que travessa Espanya està tenint un impacte profund en les llars, especialment pel que fa al consum i cost de l'electricitat. L'augment en els preus de l'energia ha portat a un increment considerable en les factures de la llum, afectant directament la butxaca dels ciutadans.

Aquest increment ha reduït el poder adquisitiu, forçant moltes persones a disminuir el seu consum elèctric per poder ajustar-se als seus pressupostos. A més, la situació ha exacerbat el problema de la pobresa energètica,

amb un nombre significatiu de llars incapaces de mantenir una temperatura adequada durant els mesos més freds. El 2021, es va informar que milions de persones a Espanya no van poder escalfar les seves llars de manera adequada a causa dels alts costos[7].

L'augment dels preus de l'energia a conseqüència, entre altres factors, de la crisi de la pandèmia de la COVID-19 i de la invasió de Rússia a Ucraïna, ha convertit la pobresa energètica en un problema d'especial interès per als poders públics. La pobresa energètica consisteix en la dificultat de disposar dels subministraments bàsics d'electricitat, gas i aigua, i de fer front a les factures que generen, fonamentalment a causa de la renda familiar disponible o la situació residencial.

Estadísticament, la pobresa energètica sol mesurar-se

en funció de la capacitat d'atendre amb normalitat el pagament de factures o rebuts dels subministraments, la capacitat de garantir unes condicions de confort adequades a la llar o el pes de la despesa dels subministraments d'energia en relació amb el pressupost familiar. Segons els indicadors d'aquestes tres dimensions, la prevalença de la pobresa energètica a Catalunya se situa entre el 5,0 i el 20 per cent aproximadament[7].

2.10 Origen de l'electricitat a Catalunya

La producció bruta d'energia elèctrica a Catalunya el 2022 ha estat de 44.535,8 GWh. Aquest any, l'energia nuclear ha estat la principal font energètica per a la producció d'energia elèctrica a Catalunya, representant un 56,2 per cent de la producció total. També cal destacar la producció d'energia elèctrica mitjançant els cicles combinats i la cogeneració, que han suposat el 18,6 per cent i el 8,3 per cent, respectivament, de la producció total. En conjunt, la producció d'energia elèctrica amb fonts energètiques no renovables a Catalunya ha estat del 84,4 per cent el 2022[14].

Per la seva banda, l'energia hidroelèctrica i l'energia

eòlica han estat les principals fonts energètiques renovables per a la producció d'energia elèctrica a Catalunya, representant un 6,8 per cent i un 5,8 per cent, respectivament. En conjunt, la producció d'energia elèctrica amb fonts energètiques renovables a Catalunya ha estat del 15,6 per cent el 2022[14].

2.11 Teleconsum d'electricitat

L'accés a les dades dels comptadors de llum en temps real és un desafiament que enfronta tant els usuaris domèstics com les entitats proveïdores de serveis energètics. Actualment, la majoria dels comptadors de llum, aigua i gas no permeten una monitorització en temps real degut a limitacions tecnològiques i d'infraestructura. Aquesta falta d'accés immediat a les dades

impedeix una gestió eficient del consum energètic, la qual cosa podria resultar en un ús subòptim dels recursos i un augment innecessari dels costos.

Per abordar aquesta problemàtica, s'ha adquirit un sensor compatibles amb Tuya[9], una tecnologia avançada que permet la monitorització i emmagatzematge de dades en temps real. Aquest sensor ha estat instal·lat a la vivenda dels avis de l'autor, proporcionant un cas pràctic per a l'estudi i l'anàlisi del consum energètic.

2.11.1 Implementació de tecnologies

IoT per al teleconsum Davant la dificultat d'obtenir les dades de teleconsum del meu comptador elèctric, he trobat una possible solució. Consisteix en implementar sensors *IoT* que poden recollir i transmetre les dades de consum automàticament i en temps real. Aquests sensors es poden instal·lar en diversos punts del sistema elèctric, com ara els comptadors, per aconseguir dades precises sobre el consum d'electricitat. Un cop aquestes dades són recopilades pels sensors *IoT*, es poden enviar immediatament a una plataforma centralitzada. Allà, les dades es processen i es posen a disposició dels usuaris a través d'aplicacions mòbils o portals web. Això permet accedir a la informació sobre el consum d'electricitat en temps real, així com a històrics de consum i altres informacions rellevants.

A més de proporcionar una visió detallada del consum, l'ús de sensors *IoT* també pot millorar l'eficiència energètica, ja que permet detectar problemes i anomalies en el sistema elèctric de manera precoç.

En resum, la implementació de sensors *IoT* és una solució accessible i eficient per superar els obstacles de les metodologies tradicionals d'obtenció de dades de consum d'electricitat en temps real.

2.12 Implementació dels *chatbots*

Gràcies a aquesta integració de l'Internet de les Coses al monitoratge de l'electricitat, es poden analitzar, processar i tractar les dades que generen els diferents sensors. És aquí on entra la nova tecnologia de la qual últimament tothom està parlant, la intel·ligència artificial. La integració de la connectivitat al comptador d'electricitat amb un *chatbot* ofereix una forma convenient i eficient perquè els usuaris accedeixin i gestionin el seu consum d'energia elèctrica.

El *chatbot* està connectat a la plataforma centralitzada que recull les dades del comptador d'electricitat en temps real. Quan un usuari realitza una consulta sobre el seu consum, el *chatbot* accedeix a aquesta plataforma per obtenir la informació més recent. Els usuaris poden fer preguntes al *chatbot* sobre el seu

consum d'electricitat, com l'ús actual, l'historial de consum, els costos estimats i les tendències de consum. El *chatbot* proporciona respostes basades en les dades obtingudes del comptador.

A més de respondre a consultes, el *chatbot* també pot enviar notificacions i alertes als usuaris sobre esdeveniments importants relacionats amb el seu consum d'electricitat, com pics de consum inesperats o consells d'estalvi.

2.13 Beneficis i aplicacions pràctiques dels *chatbots* en la gestió energètica

Els *chatbots* ofereixen diversos beneficis en la gestió energètica, especialment quan s'integren amb tecnologies *IoT* i intel·ligència artificial. Un dels principals avantatges és la seva capacitat per proporcionar informació en temps real i personalitzada als usuaris. Això permet una major consciència i control sobre el consum energètic, ajudant els usuaris a identificar hàbits de consum ineficients i a prendre mesures per corregir-los.

A més, els *chatbots* poden enviar recordatoris i consells regulars per fomentar pràctiques de consum sostenible. Això pot incloure suggeriments per utilitzar electrodomèstics en hores vall, recomanacions per reduir el consum d'energia durant els pics de demanda i alertes sobre possibles anomalies en el consum que podrien indicar problemes amb els dispositius o amb la xarxa elèctrica.

En l'àmbit empresarial, els *chatbots* poden ajudar les empreses a monitoritzar i gestionar el consum energètic de múltiples instal·lacions des d'una única plataforma. Això pot resultar en una reducció significativa dels costos operatius i en una millora de l'eficiència energètica global de l'empresa.

En resum, la implementació de *chatbots* en la gestió energètica, recolzada per tecnologies *IoT* i intel·ligència artificial, ofereix una solució moderna i efectiva per afrontar els reptes del consum d'energia. Això no només beneficia els usuaris en termes de reducció de costos i millora de l'eficiència energètica, sinó que també contribueix a un ús més sostenible dels recursos naturals, ajudant a mitigar els efectes del canvi climàtic i a promoure un futur més verd i sostenible.

3 MARC PRÀCTIC

3.1 Explicació

L'objectiu del marc pràctic del Treball Final de Grau és implementar un sistema de gestió energètica

a la llar, utilitzant tecnologies avançades per optimitzar el consum elèctric i facilitar la gestió de dades energètiques. Aquest treball té com a finalitat criticar la infraestructura actual, que fa impossible al consumidor visualitzar el consum en temps real. Mitjançant l'ús de sensors intel·ligents i un *chatbot*, es fa possible representar i visualitzar aquestes dades en una aplicació mòbil. Aquesta aplicació proporcionarà als usuaris una eina eficaç per gestionar el seu consum energètic de manera més efectiva, promovent així l'eficiència energètica i la sostenibilitat.

3.2 Obtenció de dades

Per obtenir les dades de consum elèctric, es van recopilar les factures de la llar dels meus avis. Aquest procés inicial és essencial per establir una línia base del consum elèctric i crear una base de dades inicial que es podrà ampliar amb les dades obtingudes mitjançant el sensor. Tot i que obtenir dades passades no és estrictament necessari, considero que comptar amb un any de dades històriques proporcionarà una perspectiva més útil i completa per al projecte, permetent identificar patrons de consum i possibles anomalies.

3.3 Monitorització de dades i integració a la API de Tuya

3.3.1 Instal·lació del sensor de consum elèctric

La instal·lació d'un sensor de consum elèctric a la llar és un pas fonamental per a la monitorització precisa de les dades energètiques. A continuació, es detallen els passos per a una correcta instal·lació:

- **Selecció del sensor adequat:** Triar un sensor compatible amb les especificacions tècniques de la instal·lació elèctrica de la llar. Aquest sensor ha de ser capaç de mesurar amb precisió el consum elèctric en temps real.
- **Preparació del lloc d'instal·lació:** Identificar el lloc més idoni per col·locar el sensor, generalment prop del comptador elèctric principal o del quadre de distribució. Assegurar-se que l'àrea estigui neta i sigui accessible per a futures mantenences.
- **Connexió del sensor:** Seguir les instruccions del fabricant per connectar el sensor als cables elèctrics corresponents. És important garantir que les connexions siguin segures i estables per evitar errors de lectura.
- **Verificació de funcionament:** Comprovar que el sensor estigui enviant dades correctament a la base de dades. Això es pot fer mitjançant una interfície de moni-

torització inicial proporcionada pel fabricant del sensor.



Fig. 1: Sensor Tuya instal·lat

3.3.2 Connexió del sensor amb la API de Tuya App

Per gestionar i controlar el sensor de consum elèctric de manera eficient, és essencial la integració amb la API de Tuya App[9]. Els passos detallats per aconseguir aquesta integració són els següents:

- **Instal·lació de la biblioteca de la API:** Descarregar i instal·lar la biblioteca necessària per interactuar amb la API de Tuya[9]. Aquesta biblioteca sol estar disponible en diversos llenguatges de programació; en aquest cas, es va optar per Node.js[10].
- **Configuració de les credencials d'API:** Registrar-se a la plataforma de i obtenir les credencials d'accés (*API key* i *secret*). Introduir aquestes credencials en el sistema per autoritzar la comunicació amb la plataforma.
- **Desenvolupament del sistema:** Escriure el codi necessari per integrar el sensor amb la API de Tuya[9]. Això inclou:
 - **Autenticació:** Establir una connexió segura amb la API utilitzant les credencials.
 - **Recopilació de dades:** Implementar les funcions per enviar les dades recopilades pel sensor a la API.
 - **Gestió de respostes:** Programar la gestió de les respostes rebudes per assegurar que les dades s'emmagatzemin correctament i es puguin accedir en temps real.

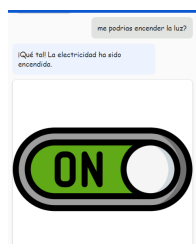


Fig. 6: En aquesta imatge es pot observar com el *bot* realitza la sol·licitud

3.6 Possibles millores i actualitzacions

Una de les millores que considero positives seria desenvolupar més l'aplicació, aplicant millores estètiques i creant un menú més intuïtiu. A més, es podrien implementar funcions com una pàgina de discussió per als usuaris i incentius per motivar a la gent a gastar menys energia. Aquestes millores no només augmentarien la funcionalitat de l'aplicació, sinó que també millorarien l'experiència de l'usuari, fent-la més atractiva i fàcil d'utilitzar.

3.6.1 Funcionalitats addicionals

Es podrien afegir funcionalitats addicionals com una pàgina de discussió on els usuaris puguin compartir consells i experiències sobre com estalviar energia. També es podrien implementar incentius com recompenses per als usuaris que aconseguixin reduir el seu consum energètic de manera significativa, motivant així la participació activa i la sostenibilitat.

4 CONCLUSIONS

L'execució d'aquest projecte ha proporcionat una visió completa i profunda sobre la implementació de sistemes avançats de gestió energètica a la llar, utilitzant tecnologies com *sensors intel·ligents*, *IoT*, *chatbots* i *intel·ligència artificial generativa i no generativa*. Aquest projecte no només ha complert amb els objectius plantejats, sinó que també ha revelat importants aprenentatges i àrees de millora.

Un dels assoliments més significatius d'aquest projecte ha estat la implementació efectiva d'un sistema de monitorització del consum elèctric en temps real. Utilitzant sensors intel·ligents compatibles amb Tuya, s'ha pogut recopilar dades detallades i precises sobre el consum d'electricitat, la qual cosa ha permès una visualització clara i immediata dels patrons de consum. Aquesta informació és essencial per als usuaris, ja que els permet identificar hàbits de consum ineficients i prendre mesures correctives per optimitzar l'ús de l'energia.

La integració dels sensors amb un *chatbot* desenvolupat utilitzant *no-code* i *low-code* ha demostrat

ser una eina poderosa per a la gestió energètica. El *chatbot* no només proporciona dades en temps real, sinó que també interactua amb els usuaris de manera amigable, oferint recomanacions personalitzades i alertes sobre pics de consum. Aquesta interacció ha resultat ser molt valuosa per als usuaris, ja que els ajuda a comprendre millor el seu consum energètic i a adoptar pràctiques més sostenibles.

A més, el desenvolupament d'una aplicació web integral ha proporcionat als usuaris una eina pràctica i accessible per gestionar el seu consum energètic. L'aplicació no només mostra les dades de consum, sinó que també ofereix funcionalitats addicionals com càlculs de costos projectats, recomanacions d'estalvi i possibles incentius per fomentar hàbits de consum més eficients. Aquesta combinació de tecnologies ha demostrat ser molt eficaç per promoure un ús més responsable i sostenible de l'energia.

Una de les majors dificultats trobades en aquest projecte ha estat l'accés a les dades de consum en temps real. Actualment, els usuaris han de recórrer a productes de tercers per obtenir aquesta informació, la qual cosa representa una limitació significativa. La falta d'accés directe als comptadors elèctrics impedeix una monitorització completa i immediata del consum, la qual cosa podria millorar notablement l'eficiència del sistema. És important que en el futur es treballi per fer que l'accés a aquests comptadors sigui més accessible per als usuaris.

Malgrat aquesta dificultat, el projecte ha aconseguit complir els seus objectius principals. S'han implementat tecnologies avançades que permet

en una gestió energètica més eficient i s'ha demostrat que la integració de *sensors intel·ligents* i *chatbots* pot ser una solució efectiva per a la gestió energètica domèstica.

4.1 Aprenentatges i futur de les tecnologies utilitzades

Durant el desenvolupament del projecte, he adquirit un coneixement profund sobre l'ús de la *intel·ligència artificial generativa* i les seves aplicacions pràctiques. Aquesta tecnologia té un gran potencial i encara molt per desenvolupar. Les *IA* generatives poden ser aplicades en una gran varietat de camps, des de la gestió energètica fins a l'automatització de processos en diferents indústries.

La integració de sensors intel·ligents i *chatbots* ha demostrat ser una eina eficaç per a la gestió energètica domèstica, fomentant un ús més responsable i sostenible de l'energia. Aquest projecte és només un exemple del potencial que tenen aquestes tecnologies quan s'apliquen de manera integrada. En el futur, s'espera que aquestes tecnologies evolucionin i s'integrin

encara més en les nostres vides quotidianes, oferint solucions més avançades i personalitzades per a la gestió de recursos.

Per millorar aquest projecte, es podrien implementar diverses actualitzacions. En primer lloc, millorar l'aspecte estètic i l'ús de l'aplicació mòbil faria que l'experiència de l'usuari fos més agradable i intuïtiva. Es podrien afegir gràfics interactius i una interfície més moderna que faciliti la navegació i la comprensió de les dades de consum.

A més, es podrien afegir funcionalitats addicionals com una pàgina de discussió on els usuaris puguin compartir consells i experiències sobre com estalviar energia. També es podrien implementar incentius com recompenses per als usuaris que aconseguixin reduir el seu consum energètic de manera significativa, motivant així la participació activa i la sostenibilitat.

La integració amb altres serveis, com les plataformes de domòtica, podria oferir als usuaris una solució completa per a la gestió de la llar intel·ligent. Això inclouria la capacitat de controlar altres dispositius connectats, programar horaris per als electrodomèstics i rebre alertes sobre l'estat dels diferents sistemes de la llar.

En conclusió, aquest projecte ha demostrat que és possible implementar un sistema de gestió energètica eficient i accessible utilitzant tecnologies avançades com els sensors intel·ligents i els *chatbots*. Tot i les dificultats trobades, els resultats han estat molt positius, complint amb els objectius establerts i oferint als usuaris una eina pràctica per gestionar el seu consum energètic. Aquesta experiència ha estat molt enriquidora, permetent-me aprendre sobre noves tecnologies i la seva aplicació pràctica en la vida quotidiana. El futur de la gestió energètica passa per la integració de tecnologies intel·ligents que permetin un ús més eficient i sostenible dels recursos, i aquest projecte és un pas important en aquesta direcció.

AGRAÏMENTS

En primer lloc, desitjo expressar el meu més sincer agraïment a la meua família, que ha estat el meu pilar fonamental durant tot aquest procés acadèmic. El seu amor, paciència i suport incondicional m'han brindat la fortalesa necessària per assolir les meves fites.

A la meua parella, per la seva comprensió, motivació constant i per estar al meu costat en cada moment difícil. El teu alè i companyia han estat essencials per superar els obstacles i continuar amb determinació.

Finalment, vull agrair profundament al meu tutor, *Ismael Fabricio Chaile Alfaro*, per la seva guia

experta, consells valuosos i per desenvolupar l'eina que ha facilitat la meua investigació. La seva dedicació i coneixement han estat crucials per a l'èxit d'aquest treball. Gràcies per creure en mi i pel seu compromís amb la meua formació acadèmica.

REFERÈNCIES

- [1] Plan de recuperacion. *Que es la inteligencia artificial?*. Recuperado de <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>
- [2] datascientest. *Historia de la ia*. Recuperado de <https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion>
- [3] UpBe. *NLU*. Recuperado de <https://www.upbe.ai/blog/diferencias-entre-nlp-nlu-y-nlg/>
- [4] Amazon. *Ia-generativa*. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/what-is/generative-ai/>
- [5] Exponentia. *Desbloquea las ventajas de la IA generativa y maximiza*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/desbloquea-las-ventajas-de-la-ia-generativa-y-maximiza-iqlac>
- [6] Cloudfare. *LLM*. Recuperado de <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/ai/what-is-large-language-model/>
- [7] Generalitat de Catalunya. *Pobresa energetica*. Recuperado de <https://web.gencat.cat/ca/detalls/article/pobresa-energetica>
- [8] Telcel. *La aplicación de IoT en el sector energético disminuye costos*. Recuperado de <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/aplicar-iot-en-sector-energetico>
- [9] Tuya Smart. (2021). *Documentación API de Tuya*. Recuperado de <https://developer.tuya.com/en/docs/iot/app-development?id=Kaacelrbxwoch>
- [10] Node.js. (2021). *Documentación oficial de Node.js*. Recuperado de <https://nodejs.org/es/docs/>
- [11] w3schools. *Introducción a Node.js*. Recuperado de <https://www.w3schools.com/>
- [12] Botflow, by Aineth.com (2024). *Aineth*. Recuperado de <https://aineth.com/AI/botflow/botflow>
- [13] Ismael Chaile. *Ismael Chaile*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/in/ismaelchaile>
- [14] Generalitat de Catalunya. *Blanca energética de Catalunya*. Recuperado de <https://icaen.gencat.cat/ca/energia/estadistiques>

APÈNDIX

A.1 Secció d'Apèndix

```
'use strict';

const express = require('express');
const bodyParser = require('body-parser');
const { botflow_alineh } = require('./botflow_codeidb');
const {
  initializeTuyaClient,
  turnOnSwitch,
  turnOffSwitch,
  getDevicePower,
} = require('./lib/mylib');

import getAvgPrice
  from './lib/mylib';

const app = express();
app.use(bodyParser.json());
app.get('/', (req, res) => {
  res.json({ message: 'Hello World!' });
});

app.post('/toggle', (req, res) => {
  const { device_id, power } = req.body;
  if (!device_id || !power) {
    res.status(400).json({ error: 'Device ID and power are required' });
    return;
  }
  if (power === 'on') {
    turnOnSwitch(device_id);
  } else {
    turnOffSwitch(device_id);
  }
  res.json({ message: 'Device power toggled successfully' });
});

app.get('/status/:device_id', (req, res) => {
  const { device_id } = req.params;
  getDevicePower(device_id).then((power) => {
    res.json({ power });
  }).catch((error) => {
    res.status(500).json({ error });
  });
});

app.get('/consumo/:device_id', (req, res) => {
  const { device_id } = req.params;
  getAvgPrice(device_id).then((avg_price) => {
    res.json({ avg_price });
  }).catch((error) => {
    res.status(500).json({ error });
  });
});

app.listen(3000, () => {
  console.log('Server is running on port 3000');
});
```

Fig. 7: Importació llibries

```
// Funció per encendre i apagar l'electricitat
const turnOnSwitch = (device_id) => {
  const url = `https://openapi.tuya.com/v1.0/ids/${device_id}/switch`;
  const headers = {
    'Authorization': `Bearer ${process.env.ACCESS_KEY}`,
    'Content-Type': 'application/json',
  };
  const body = {
    'switch': 'on',
  };
  fetch(url, {
    method: 'POST',
    headers,
    body: JSON.stringify(body),
  })
    .then((response) => {
      if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to turn on switch');
      }
      return response.json();
    })
    .catch((error) => {
      console.error('Error turning on switch:', error);
    });
};

const turnOffSwitch = (device_id) => {
  const url = `https://openapi.tuya.com/v1.0/ids/${device_id}/switch`;
  const headers = {
    'Authorization': `Bearer ${process.env.ACCESS_KEY}`,
    'Content-Type': 'application/json',
  };
  const body = {
    'switch': 'off',
  };
  fetch(url, {
    method: 'POST',
    headers,
    body: JSON.stringify(body),
  })
    .then((response) => {
      if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to turn off switch');
      }
      return response.json();
    })
    .catch((error) => {
      console.error('Error turning off switch:', error);
    });
};
```

Fig. 8: Encendre i Apagar l'Electricitat

```
// Funció per obtenir el consum d'electricitat
const getDevicePower = (device_id) => {
  const url = `https://openapi.tuya.com/v1.0/ids/${device_id}/power`;
  const headers = {
    'Authorization': `Bearer ${process.env.ACCESS_KEY}`,
    'Content-Type': 'application/json',
  };
  fetch(url, {
    method: 'GET',
    headers,
  })
    .then((response) => {
      if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to get device power');
      }
      return response.json();
    })
    .catch((error) => {
      console.error('Error getting device power:', error);
    });
};
```

Fig. 9: Consum Electricitat

```
// Configuración del contexto de Tuya
const context = new TuyaContext({
  baseUrl: 'https://openapi.tuya.com',
  accessToken: '...', // Reemplaza con tu Access Key
  secretKey: '...', // Reemplaza con tu Secret Key
});

const deviceId = 'b...'; // Reemplaza con el Device ID

// Inicializar cliente de Tuya
async function initializeTuyaClient() {
  try {
    await context.client.init();
    console.log('Tuya client initialized successfully.');
```

Fig. 10: Credencials Tuya

```
async function getDeviceStatus(device_id) {
  try {
    const response = await context.request({
      path: `/v1.0/ids/${device_id}/status`,
      method: 'GET',
    });
    if (!response.ok) {
      throw new Error('Failed to get device status: ' + response.msg);
    }
    const status = response.result;
    console.log('Device status: ' + status);
    return status;
  } catch (error) {
    console.error('Error getting device status:', error);
    return null;
  }
}
```

Fig. 11: Estat del dispositiu

```
async function getDevicePower(device_id) {
  try {
    const response = await context.request({
      path: `/v1.0/ids/${device_id}/power`,
      method: 'GET',
    });
    if (!response.ok) {
      throw new Error('Failed to get device power: ' + response.msg);
    }
    const power = response.result;
    console.log('Device power: ' + power);
    return power;
  } catch (error) {
    console.error('Error getting device power:', error);
    return null;
  }
}
```

Fig. 12: Consum a temps real

```
// Funció per obtenir el consum d'electricitat
const getDevicePower = (device_id) => {
  const url = `https://openapi.tuya.com/v1.0/ids/${device_id}/power`;
  const headers = {
    'Authorization': `Bearer ${process.env.ACCESS_KEY}`,
    'Content-Type': 'application/json',
  };
  fetch(url, {
    method: 'GET',
    headers,
  })
    .then((response) => {
      if (!response.ok) {
        throw new Error('Failed to get device power');
      }
      return response.json();
    })
    .catch((error) => {
      console.error('Error getting device power:', error);
    });
};
```

Fig. 13: Consum historic

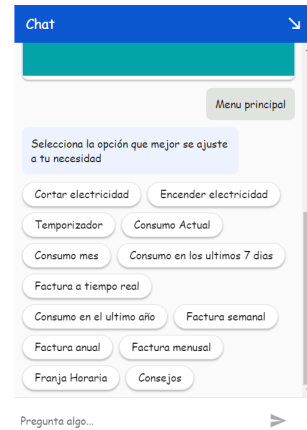


Fig. 14: Menu Principal

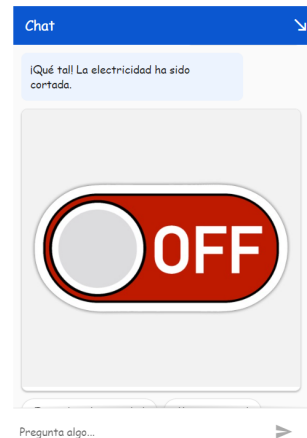


Fig. 15: Dispositiu Apagat

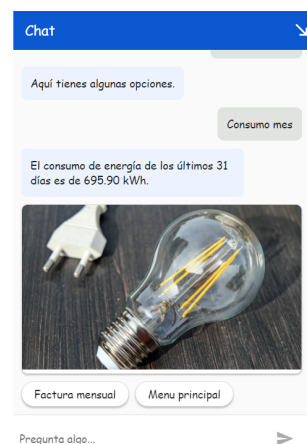


Fig. 16: Consum mensual