Quadre de comandament amb dades meteorològiques

Vicente González Álvarez
Grau d'Enginyeria Informàtica
Business Intelligence

Humberto Andrés Sanz
Atanasi Daradoumis Haralabus

Gener 2021

Aquesta obra està subjecta a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	Quadre de comandament amb dades meteorològiques
Nom de l'autor:	Vicente González Álvarez
Nom del consultor:	Humberto Andrés Sanz
Nom del professor:	Atanasi Daradoumis Haralabus
Data de lliurament:	01/2021
Titulació o programa:	Grau d'Enginyeria Informàtica
Àrea del Treball Final:	Business Intelligence
Idioma del treball:	Català
Paraules clau:	*Business Intelligence*, *Internet of Things, Dashboard, Raspberry Pi, PowerBI, Digital Transformation*

Resum del Treball (màxim 250 paraules):

El present projecte té per objecte presentar una solució d'intel·ligència de negoci mitjançant un quadre de comandament amb dades meteorològiques.

En un món on la transformació digital és l'eix de l'evolució dels negocis, el Business Intelligence i la IoT són dos elements importants. Les dades són clau en ambdues tecnologies i una bona captura i interpretació d'aquestes permetran posicionar als negocis en una posició favorable envers les que no en fan ús.

El projecte s'ha treballat seguint la metodologia descrita pel PMBOK i s'ha dividit en dos blocs, diferenciats segons el seu àmbit.

En un primer bloc tractarà el BI i la IoT des d'un àmbit teòric, aprofundint en l'arquitectura, els avantatges, els reptes, l'actualitat i el futur d'aquestes tecnologies.

En un segon bloc, més pràctic, se situarà la Raspberry Pi i un sensor meteorològic com a element de la IoT i l'utilitzarem en la captura de dades i enviament cap a l'eina de BI escollida.

El resultat serà un quadre de comandament amb dades meteorològiques en temps real.

Per tant, podem concloure que una bona identificació de les dades, la selecció de l'eina de BI més adient i una bona planificació en el tractament i configuració de les dades situen als negocis que en fan ús en avantatge respecte de les que no en fan ús, permetent explorar amb més rapidesa els possibles avantatges competitius del mercat.

Abstract (in English, 250 words or less):

This project aims to show a Business Intelligence solution through the implementation of a dashboard with meteorological data using a BI tool.

In a world where digital transformation is the strategic aim for business evolution, BI and IoT are two important elements. Data is the key factor on both technologies, and a good capture and interpretation will enable business to be in a favourable position towards those who do not use them.

Project follows PMBOK methodologies and have been divide into two main blocks, based to its scope.

In a first block, BI and IoT will be dealt from a theoretical perspective, analysing advantages, challenges, current and future of these technologies.

In a second, more practical block, we will place the Raspberry Pi and weather sensors as elements of the IoT and we will use it for capturing and sending data to the chosen BI tool.

The result will be a dashboard with real-time weather data.

We can conclude that a good identification of the data, the selection of the most suitable BI tool and a good planning in the treatment and configuration of the data will place the business that use it into competitive advantage over those that do not uses it, allowing them to explorer more quickly the possible competitive advantages of the market.

Índex

1. Introducció 1
1.1 Context i justificació del treball 1
1.2 Objectius 2
1.2.1 Objectius generals 2
1.2.2 Objectius específics 2
1.3 Enfocament i mètode de treball 3
1.4 Breu sumari de productes obtinguts 4
1.5 Planificació del treball 5
2. Què és el Business Intelligence 10
2.1 Beneficis 11
2.2 Reptes 13
2.3 Arquitectura 14
2.4 Tecnologies BI 16
2.5 Mercat 17
2.5.1 Líders 18
2.5.2 Visionaris 20
2.5.3 Aspirants 21
2.5.4 Jugadors de nínxol 22
2.6 Futur 22
2.7 BI al projecte 25
3. Què és la Internet de les Coses 27
3.1 Com funciona? 27
3.2 Avantatges 28
3.3 Seguretat i privacitat 29
3.4 Protocols 30
3.5 Exemples d'ús 31
3.6 Futur 32
3.7 IoT al projecte 33
4. Què és la Raspberry Pi 34
4.1 Models 34
4.2 Sistema Operatiu 36
4.3 Port GPIO 37
4.3.1 HATs & Protoboards 38

4.4 Cas d'ús: TFG 39
5. Desenvolupament del quadre de comandament 40
5.1 Eines emprades 40
5.1.1 Sensor DHT11 40
5.1.2 Raspberry Pi 41
5.1.3 Accessoris Raspberry Pi 41
5.1.4 Eina de BI 42
5.2 Connexió d'elements 42
5.3 Preparació connexió de dades Power BI 44
5.4 Desenvolupament codi 46
5.5 Execució del codi 49
5.5.1 Mostra dades en local 50
5.6 Connexió i parametrització 51
5.6.1 Connexió a Power BI 52
5.6.2 Parametrització del quadre de comandament 54
5.7 Reptes 57
6. Conclusions 59
7. Glossari 61
8. Bibliografia 64

Llista de figures

Il·lustració 1: Cicle de vida del projecte 3
Il·lustració 2: Com funciona el procés BI 11
Il·lustració 3: Esquema de l'arquitectura de la intel·ligència de negoci 15
Il·lustració 4: Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms 17
Il·lustració 5: 10 tendències sobre les dades i l'analítica 24
Il·lustració 6: Etapes funcionament IoT 28
Il·lustració 7: Aplicacions IoT 32
Il·lustració 8: Raspberry Pi 4 Model B 34
Il·lustració 9: Raspberry Pi Zero 34
Il·lustració 10: Diferències dimensions RPi 35
Il·lustració 11: raspi-config per Raspberry Pi OS 36
Il·lustració 12: Port GPIO 38
Il·lustració 13: Sense HAT Raspberry Pi 38
Il·lustració 14: Placa de prototipatge 1 39
Il·lustració 15: Placa de prototipatge 2 39
Il·lustració 16: Sensor DHT11 40
Il·lustració 17: Raspberry Pi Model B Rev. 2 41
Il·lustració 18: Cables Dupont femella-femella 41
Il·lustració 19: Targeta memòria SD 8GB 42
Il·lustració 20: Interruptor d'engegada-apagada 42
Il·lustració 21: Diagrama de connexions 43
Il·lustració 22: Finestra d'inici de sessió PowerBi 44
Il·lustració 23: Conjunt de dades de transmissió en temps real 44
Il·lustració 24: Nou conjunt de dades - API 45
Il·lustració 25: Creació del conjunt de dades 45
Il·lustració 26: Push URL 46
Il·lustració 27: Codi dht_cli.py 47
Il·lustració 28: Codi dht_powerbi.py 49
Il·lustració 29: Git Clone GitHub 50
Il·lustració 30: Descàrrega repositori a la Raspberry Pi 50
Il·lustració 31: Script funcionant en entorn local 51
Il·lustració 32: Script dht_powerby.py enviant dades 51
Il·lustració 33: Execució dht_powerbi.py en segon pla 51

Il·lustració 34: Creació nou quadre de comandament 52
Il·lustració 35: Afegir panells al quadre de comandament 52
Il·lustració 36: Creació panell de temperatura 53
Il·lustració 37: Quadre de comandament humitat / temperatura 53
Il·lustració 38: Desactivació funcions quadre de comandament 54
Il·lustració 39: Afegir imatge al quadre de comandament 54
Il·lustració 40: Canvi colors quadre de comandament 55
Il·lustració 41: Quadre de comandament definitiu - versió d'escriptori 55
Il·lustració 42: Creació vista mòbil 56
Il·lustració 43: Quadre de comandament definitiu - versió mòbil 56
Il·lustració 44: Errors de compilació RPi 4 57

Llista de taules

Taula 1: Lliurables TFG 4
Taula 2: Comparació models Raspberry Pi 35
Taula 3: Esquema de connexions RPi - DHT11 43
Taula 4: Comparativa conjunt de dades Power BI 58

Agraïments

<< Vull agrair a la meva família pel seu suport i comprensió durant aquests anys del Grau d'Enginyeria, sé que m'he perdut moltes coses, que hi ha hagut moments difícils, però el premi d'aconseguir-ho és molt més gran que els reptes. Aquestes són les bases d'un futur professional més complet gràcies a l'esforç de tots.

Tampoc voldria oblidar-me d'aquells amics i companys de feina que he conegut durant aquest camí, ells m'han donat els ànims i ajudat per a no abandonar abans de temps.

Finalment, agraeixo a tots aquells companys i professors que, de manera virtual, també m'han ajudat a superar tots els obstacles. >>

1. Introducció

La temàtica d'aquest Treball Final de Grau (**TFG**) versarà sobre la implementació d'un quadre de comandament (*dashboard*) amb dades meteorològiques gràcies a la configuració d'una eina de Business Intelligence (BI) que rebrà dades reals mitjançant un sensor de temperatura i humitat que estarà connectat a una Raspberry Pi.

Primerament, es començarà amb l'explicació del que entenem com BI, les seves característiques principals, diferències, similituds, tipus de dades admeses, l'arquitectura i els components principals del BI i s'analitzaran quines eines BI trobem al mercat.

Seguidament introduirem el concepte de la *Internet of Things* (IoT) per posar en relleu el què ens pot oferir conjuntament amb el BI. D'aquesta manera podem introduir què és i com funciona la Raspberry Pi i la seva relació amb el BI i la IoT.

Es detallarà tot el procés de captura de dades, des de la configuració del sistema operatiu, connexió dels sensors, desenvolupament de codi i, finalment, l'enviament d'aquestes dades a l'eina BI escollida.

Un cop les dades siguin recollides i presentades a l'eina de BI, es procedirà a la parametrització del quadre de comandament per a una versió d'escriptori i una versió mòbil.

Finalment, es donaran conclusions sobre els beneficis o perjudicis de la utilització de les eines BI i el seu impacte dins d'una organització.

1.1 Context i justificació del treball

Estarem d'acord que per una empresa el seu objectiu principal és obtenir beneficis en un curt període de temps i mantenir i ampliar els seus clients. ¿Com poden prendre les millors decisions per aconseguir-ho?. Aquesta pregunta té resposta en l'anàlisi de dades.

Tots sabem però, que una dada per si mateixa no aporta valor, és el conjunt d'aquestes dades les que ens poden aportar informació valuosa per poder prendre aquestes decisions.

Fins ara, les empreses disposaven de diferents mètodes d'anàlisi de dades o de tendències de mercat, però, ¿eren àgils? Doncs segons l'objectiu que perseguissin podríem pensar que sí, però i si ens preguntem ¿quines seran les tendències del mercat? ¿Funcionarà aquest producte? ¿Quin és el millor preu a aplicar? Totes aquestes preguntes necessiten una resposta més àmplia, **necessiten d'intel·ligència de negoci** que ens proporcioni coneixement més enllà d'unes dades aïllades.

D'aquestes necessitats de negoci apareix i pren importància la transformació digital, també coneguda com indústria 4.0. Aquesta, inclou la introducció de conceptes i tecnologies noves per a la majoria d'empreses i persones, tals com Intel·ligència Artificial (IA), *Business Intelligence*, *Big Data*, *Cloud Computing* o IoT, per citar-ne alguns exemples.

Totes aquestes tecnologies generen i analitzen una quantitat de dades que fa uns anys era impensable. Hem passat de tenir un conjunt de dades estàtiques a un conjunt de dades que creixen i estan en moviment gràcies a la gran varietat de dades dels que disposem. Això ens ofereix un gran ventall de possibilitats.

Tot i això, sense el correcte tractament de les dades no aconseguirem donar resposta a cap de les qüestions plantejades anteriorment i, en conseqüència, no ens aportaran cap benefici tangible al negoci. Per tant, **és clau saber com es comporten aquestes tecnologies i fer-ne un bon ús** aprofitant la possibilitat de disposar de més dades, tractar-les i convertir-les en informació valuosa que ens ajudi en la presa de decisions.

El **TFG** s'enfocarà com un **exercici tant teòric com pràctic** on es donaran a conèixer els conceptes de BI i IoT i es treballarà amb un conjunt de dades que es convertiran en informació mitjançant la creació d'un quadre de comandament.

1.2 Objectius

Els objectius del projecte es dividiran entre **objectius generals** i **objectius específics**.

1.2.1 Objectius generals

L'**objectiu principal** del TFG serà el disseny i **implementació d'una solució BI d'un quadre de comandament amb dades meteorològiques en una eina de BI.**

Aquesta implementació ens permetrà demostrar com aplicant la intel·ligència de negoci al tractament de les dades, obtingudes mitjançant elements de la IoT, gràcies a les eines de BI podem ajudar en el procés de presa de decisions d'una empresa.

1.2.2 Objectius específics

Els **objectius específics** del TFG seran:

- Donar a conèixer les solucions de BI analitzant característiques, diferències i posicionament al mercat i seleccionar una per a la realització del quadre de comandament.
- Configurar i dissenyar el quadre de comandament. Aquest reflectirà les dades reals i es dissenyarà pensant en qualsevol perfil d'usuari.
- Donar a conèixer el concepte de IoT i les seves aplicacions.

- Instal·lar i configurar una Raspberry Pi amb sensors meteorològics permetent la seva interacció amb una eina BI fent ús d'una API.

1.3 Enfocament i mètode de treball

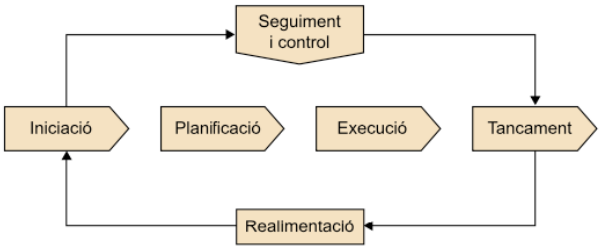
L'enfocament del **TFG** es farà mitjançant el desenvolupament en paral·lel de **dos grans blocs** temàtics, combinant l'àmbit **teòric i el pràctic**.

El **primer bloc** del treball, més teòric, es donarà a conèixer el funcionament dels conceptes de BI, IoT o què és una Raspberry Pi. Gràcies a l'anàlisi d'eines BI podrem passar a la configuració del quadre de comandament amb dades meteorològiques.

El **segon bloc**, més pràctic, explicarà com configurar una Raspberry Pi connectant un sensor meteorològic i capturant dades per enviar-les posteriorment a l'eina de BI escollida sense necessitat d'intervenció humana pel posterior anàlisi.

Per a la realització d'aquest TFG s'ha seguit la metodologia de gestió de projectes Project Management Body of Knowledge (**PMBOK**).

Aquesta ens ofereix un recull de bones pràctiques per a la realització de projectes i divideix el projecte en fases o grups de processos.



Il·lustració 1: Cicle de vida del projecte

Cadascuna de les fases a la seva finalització genera un lliurable que és l'entrada de la següent fase [1].

Com PMBOK pot ser emprat en diferents àmbits de treball, en el cas concret del TFG aprofitarem cadascuna de les fases del cicle de vida del projecte per tal de definir cadascun dels lliurables que es realitzaran.

A continuació el detall de cadascuna de les seves fases:

- **Iniciació**. S'escull l'àmbit del TFG, s'analitza la viabilitat tècnica i els riscos i el consultor dona el seu vist-i-blau.
- **Planificació**. Es detalla el full de ruta o planificació que seguirà el TFG per tal d'aconseguir els objectius i produir els resultats esperats.
- **Execució**. Es començarà amb el desenvolupament dels blocs de treball i es realitzaran replanificacions del treball previst inicialment si escau.
- **Seguiment i control**. Aquesta fase és permanent, i prestarem especial atenció als canvis que s'han d'introduir i els riscos associats al projecte. Si escau, es reajustarà la planificació.
- **Tancament**. Farem el lliurament final del projecte un cop s'hagin completat les tasques planificades.

En cadascuna de les fases hi haurà una **Retroalimentació** o *feedback* per part del consultor que ens permetrà corregir aquells aspectes a millorar abans de l'entrada al següent lliurable.

A continuació trobarem el detall dels lliurables corresponents a cadascuna de les fases i la seva relació amb el TFG.

1.4 Breu sumari de productes obtinguts

A continuació es mostra la relació dels **lliurables** principals per aquest TFG amb les seves dates d'inici i lliurament així com a la fase del projecte a la que pertanyen.

En el següent apartat detallarem cadascuna d'aquestes fases de treball:

Lliurable	Data inici	Data lliurament	Fase PMBOK
Formalització proposta TFG	16/09/2020	20/09/2020	Iniciació
PAC 1: Elaboració del pla de treball	21/09/2020	12/10/2020	Planificació
PAC 2: Lliurament parcial	13/10/2020	16/11/2020	Execució, Seguiment i Control
PAC 3: Lliurament parcial	17/11/2020	09/12/2020	Execució, Seguiment i Control
Lliurament memòria/producte final	10/12/2020	07/01/2021	Execució, Seguiment i Control, Tancament
Tribunal d'avaluació	14/01/2020	15/01/2021	Tancament

Taula 1: Lliurables TFG

Addicionalment, es lliuraran els següents **productes**:

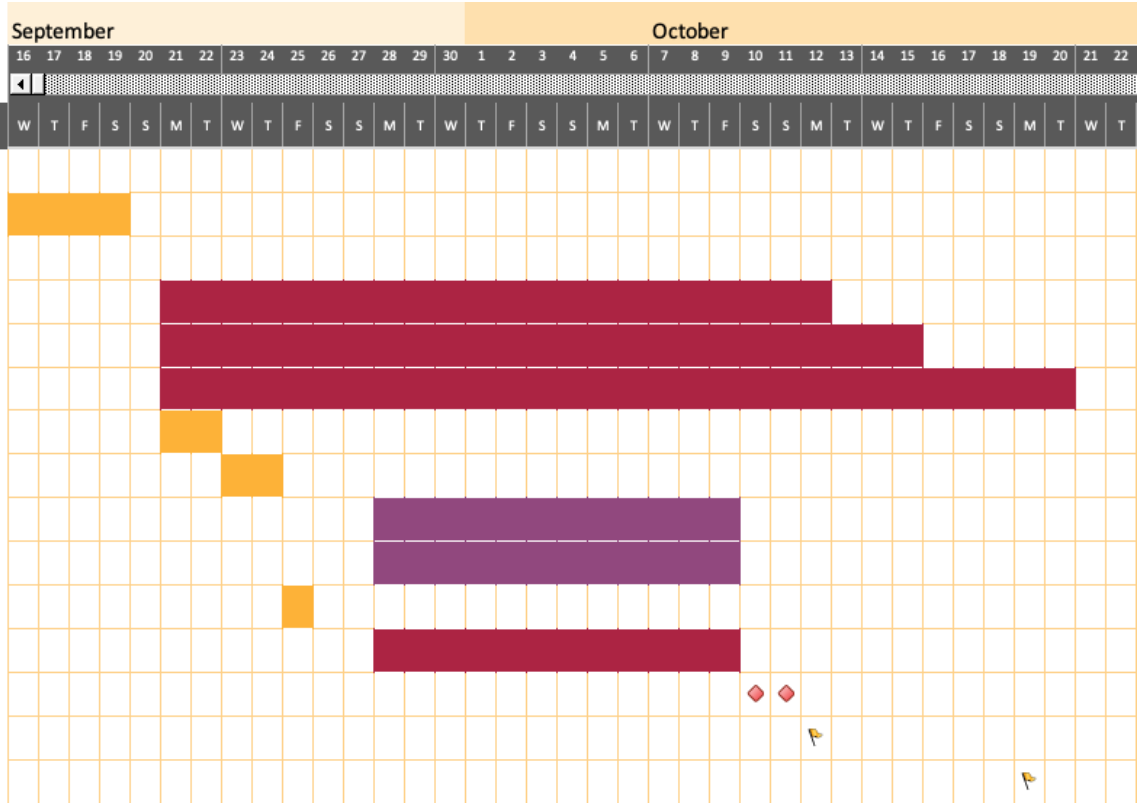
- Captures de pantalla del quadre de comandament amb dades meteorològiques amb la seva parametrització.
- Codi emprat per a la recol·lecció i enviament de dades a l'eina de BI publicat a GitHub.

1.5 Planificació del treball

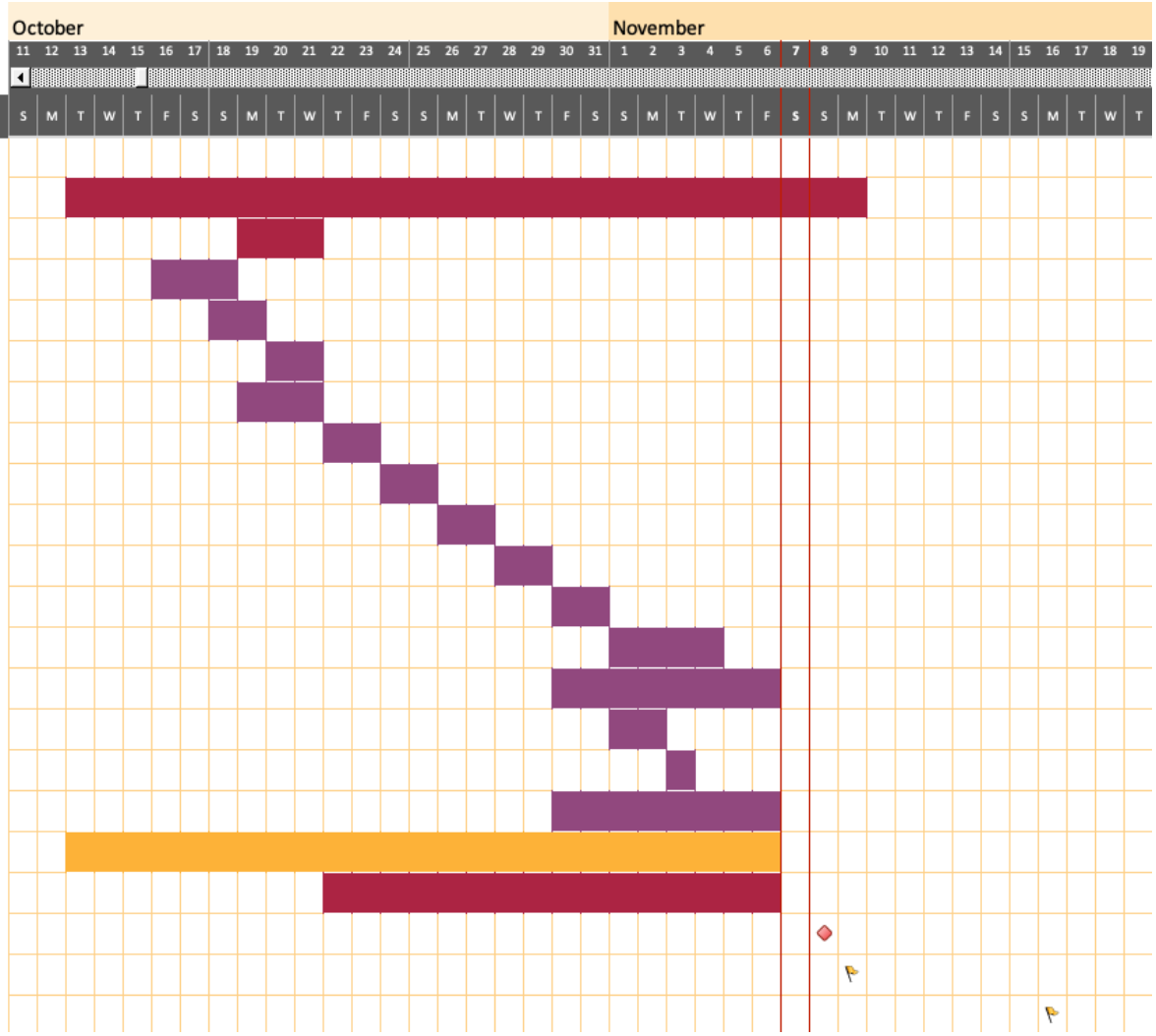
Per a la planificació del TFG s'ha calculat un esforç de 300 hores, equivalents a 12 crèdits ECTS i tenint en compte les dates de lliurament de cadascuna de les PACs que consta l'assignatura.

A continuació es mostra la temporització del treball mitjançant un **Diagrama de Gantt** realitzat amb una plantilla de l'eina Microsoft Excel.

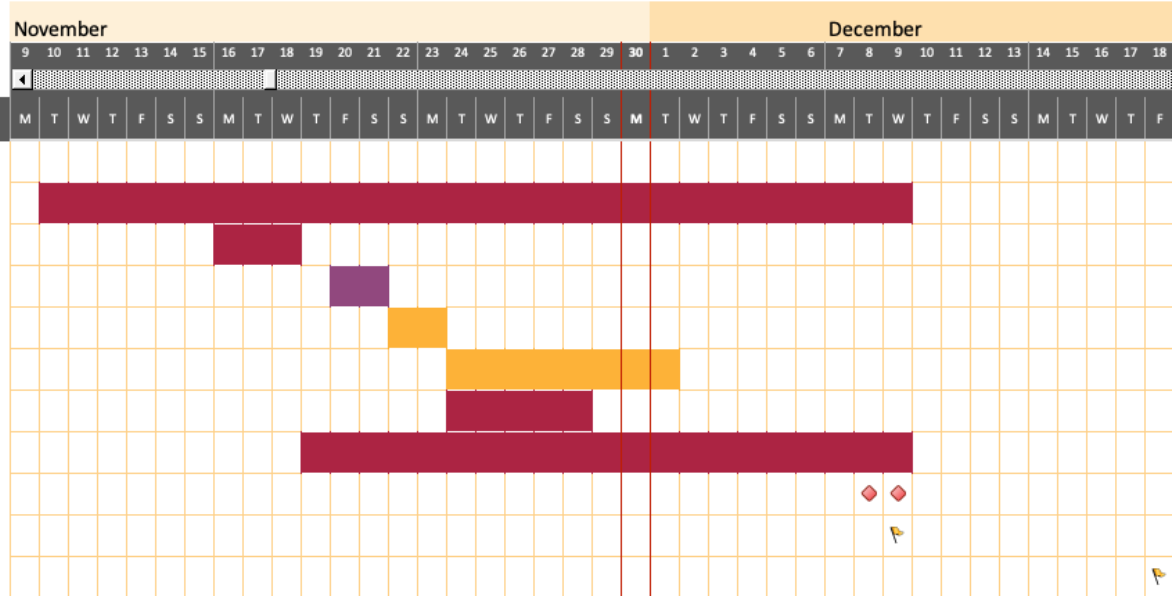
Descripció lliurable	Categoria	Progrés	Inici	Num. Dies
Formalització proposta TFG				
Enviament proposta	Low risk	100%	16/09/2020	4
PAC 1				
Elaboració del Pla de Treball	High risk	100%	21/09/2020	22
Recerca bibliogràfica	High risk	100%	21/09/2020	25
Preparació entorn de treball Raspberry PI	High risk	100%	21/09/2020	30
1. Introducció	Low risk	100%	21/09/2020	2
1.1 Definició Context i Justificació del treball	Low risk	100%	23/09/2020	2
1.2 Definició Objectius	Med risk	100%	28/09/2020	12
1.3 Definició Enfocament i mètode de treball	Med risk	100%	28/09/2020	12
1.4 Definició dels lliurables	Low risk	100%	25/09/2020	1
1.5 Temporització de les tasques	High risk	100%	28/09/2020	12
Revisió Pla de Treball PAC 1	Goal	100%	10/10/2020	2
Lliurament Pla de Treball	Milestone		12/10/2020	1
Qualificació PAC 1	Milestone		19/10/2020	1



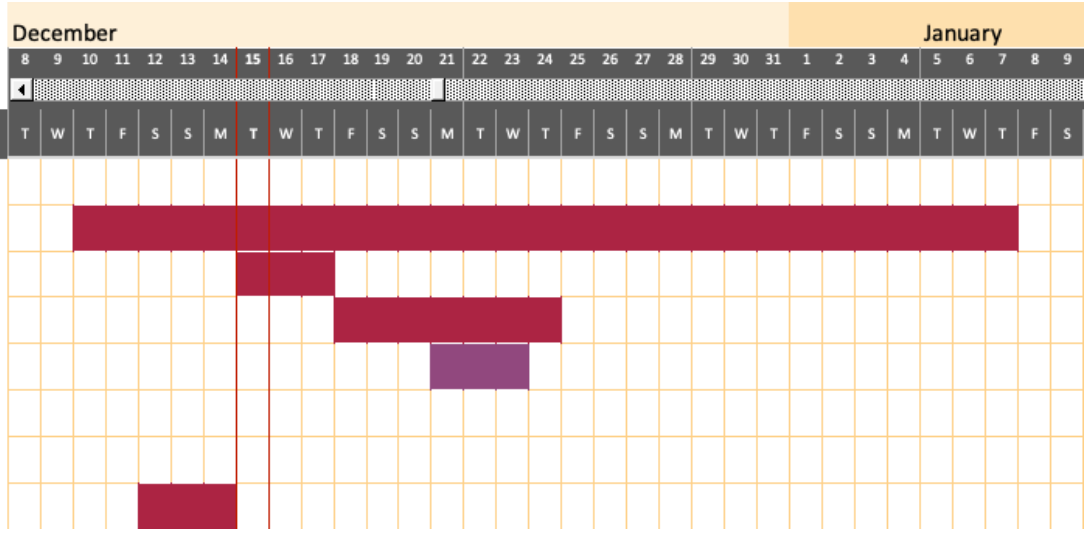
Descripció lliurable	Categoria	Progrés	Inici	Num. Dies
PAC 2				
Elaboració PAC 2	High risk	100%	13/10/2020	28
Incorporació Feedback PAC 1	High risk	100%	19/10/2020	3
2. Què és BI	Med risk	100%	16/10/2020	3
2.1 - 2.2 Beneficis / Reptes	Med risk	100%	18/10/2020	2
2.3 - 2.4 Arquitectura / Tecnologia	Med risk	100%	20/10/2020	2
2.5 Mercat / Característiques	Med risk	100%	19/10/2020	3
2.6 Futur	Med risk	100%	22/10/2020	2
2.7 BI al projecte	Med risk	100%	24/10/2020	2
3. Què és IoT	Med risk	100%	26/10/2020	2
3.1 - 3.3 Com funciona / Avantatges / Seguretat & Privacitat	Med risk	100%	28/10/2020	2
3.4 - 3.7 Protocols / Exemples d'ús / Futur / IoT al projecte	Med risk	100%	30/10/2020	2
4. Què és la Raspberry Pi / Models / Sistema Operatiu / GPIO / Cas d'ús	Med risk	100%	01/11/2020	4
5 Desenvolupament quadre comandament	Med risk	100%	30/10/2020	8
5.1 - 5.2 Eines emprades / Connexió elements	Med risk	100%	01/11/2020	2
5.3 Preparació connexió dades Power BI	Med risk	100%	03/11/2020	1
5.4 - 5.7 Desenvolupament de codi / Execució / Connexió a Power BI / Reptes	Med risk	100%	30/10/2020	8
Il·lustracions i taules	Low risk	100%	13/10/2020	25
Replanificació temporització (si escau)	High risk	100%	22/10/2020	16
Revisió PAC 2 abans d'entrega	Goal	100%	08/11/2020	1
Lliurament PAC 2	Milestone		09/11/2020	1
Qualificació PAC 2	Milestone		16/11/2020	1



Descripció lliurable	Categoria	Progrés	Inici	Num. Dies
PAC 3				
Elaboració PAC 3	High risk	0%	10/11/2020	30
Incorporació Feedback PAC 2	High risk	100%	16/11/2020	3
Conclusions TFG	Med risk	100%	20/11/2020	2
Elaboració detallada Abstract, Fitxa del treball	Low risk	100%	22/11/2020	2
Lectura y depuració d'errors	Low risk	100%	24/11/2020	8
Presentació i guió	High risk	100%	24/11/2020	5
Replanificació temporització (si escau)	High risk	100%	19/11/2020	21
Revisió PAC 3 abans d'entrega	Goal	100%	08/12/2020	2
Lliurament PAC 3	Milestone		09/12/2020	1
Qualificació PAC 3	Milestone		18/12/2020	1



Descripció lliurable	Categoria	Progrés	Inici	Num. Dies
Lliurament memòria / producte final				
Elaboració de la memòria final	High risk	100%	10/12/2020	29
Incorporació Feedback PAC 3	High risk	100%	15/12/2020	3
Gravació de la presentació	High risk	100%	18/12/2020	7
Lectura y depuració d'errors	Med risk	100%	21/12/2020	3
Revisió Memòria abans d'entrega	Goal	100%	24/12/2020	3
Lliurament de la memòria	Milestone		07/01/2021	1
Informe d'autoevaluació	High risk	100%	12/12/2020	3



2. Què és el Business Intelligence

El *Business Intelligence* (BI), és una combinació de tecnologia, eines i processos que s'encarrega de la transformació de dades en informació, d'informació en coneixement i el coneixement ajuda en el procés de presa de decisions d'una empresa.

Segons Davenport i Prusak [2], una dada és un conjunt de fets discrets i objectius sobre esdeveniments. Les dades descriuen només una part del que ha passat, no proporciona cap judici ni interpretació independent. Les dades en converteixen en informació mitjançant les cinc "C"s: contextualitzat, calculat, classificat, corregit, condensat.

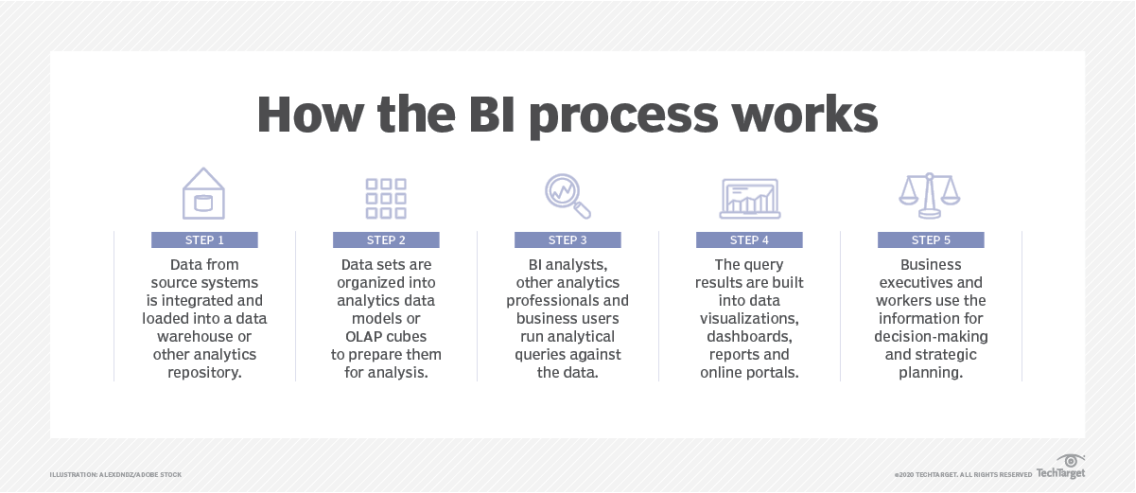
D'altra banda, la informació és una dada dotada de rellevància i finalitat. Per a convertir les dades en coneixement, necessitem coneixement. Aquesta conversió es realitza a través de les quatre "C"s: comparació, conseqüències, connexions, conversacions.

Finalment, el coneixement és una barreja de diversos elements; és fluid i estructurat formalment; és intuïtiu i, per tant, difícil de captar amb paraules o entendre-ho completament en termes lògics. El coneixement existeix dins de les persones.

Un cop entès com s'obté el coneixement, descrivim com funciona el procés d'intel·ligència de negoci:

- Recopilar dades dels sistemes interns d'una empresa, per exemple un ERP, com de fonts externes, com podrien ser els dispositius de la Internet de les Coses (IoT).
- Preparar les dades per a la seva anàlisi,
- executar diferents consultes sobre aquestes dades i,
- crear quadres de comandament i informes basant-se en els indicadors claus de rendiment (KPIs) i d'altres paràmetres i,
- fer-ne ús de la informació generada per obtenir intel·ligència de negoci.

Aquest procés queda resumit en la següent il·lustració [3]:



Il·lustració 2: Com funciona el procés BI

Se'n deriva que la intel·ligència de negoci ha d'estar present en l'estratègia empresarial i serà **clau per augmentar la productivitat, optimitzar recursos, revisar el compliment d'objectius o augmentar els ingressos**. Per tant, una bona aplicació comportarà un creixement empresarial accelerat d'on se'n derivaran majors beneficis i avantatges competitius.

En els següents apartats entrarem en detall sobre els beneficis que aporta el *Business Intelligence*, els reptes, les claus per a la seva implementació, els tipus d'eines que podem trobar al mercat i quines en destaquen i, finalment, veurem cap a on avançarà en els pròxims anys.

2.1 Beneficis

Una eina d'intel·ligència de negoci proporciona una gran varietat de beneficis empresarials dins d'una organització.

Els beneficis en l'àmbit empresarial poden anar més enllà de la mateixa organització. A continuació us mostrem, a tall d'exemple, alguns dels que considerem més importants [3] [4]:

- Informes ràpids i precisos: Els empleats poden emprar plantilles o informes personalitzats per supervisar els KPIs definits. Inclouen dades en temps reals. Aquests informes solen ser fàcils d'interpretar segons com s'hagi configurat a l'eina de BI escollida.
- Informació empresarial valuosa: Com els informes són adaptables per necessitats departamentals, es poden avaluar paràmetres com la productivitat o els ingressos i ajuden a entendre què funciona i què no.
- Anàlisi competitiva: L'anàlisi de dades és un avantatge competitiva per si mateixa però amb la intel·ligència de negoci es poden fer

seguiments de vendes i màrqueting dels competidors i aprendre a diferenciar productes i serveis.

- Millor qualitat de les dades: No és un entorn tancat i amb la incorporació de dades externes, conjuntament amb les internes, es pot obtenir una imatge més completa de què està passant al negoci.
- Millorar de la satisfacció del client: Ajuda a les empreses a comprendre els comportaments i patrons dels clients anticipant-se a les necessitats i, en conseqüència, oferir un millor servei. Les empreses poden conèixer les necessitats amb l'objectiu de retenir-los i arribar-ne de nous.
- Identificar tendències comercials i de mercat emergents: Identificar noves oportunitats i elaborar una estratègia amb dades de suport pot donar a les empreses un avantatge competitiu, impactar directament en la rendibilitat a llarg termini i donar l'abast complet del que està passant.
- Millor eficiència operativa i la productivitat: Al disposar d'informació actualitzada i precisa, ajuden que els empleats se centrin en els objectius a curt i llarg termini i analitzar l'impacte de les seves decisions.
- Accelerar i millorar la presa de decisions: Les organitzacions poden aprofitar les dades existents per oferir informació als grups d'interès adequats en el moment adequat, optimitzant el temps de decisió.
- Augment dels ingressos: És una conseqüència de la comprensió del que demanden els clients, com es mouen els competidors i de com es milloren les operacions.
- Marges més baixos: Les dades de vendes agregades ajuden les empreses a entendre els seus clients i permeten als equips comercials desenvolupar millors estratègies sobre com s'haurien d'invertir els pressupostos.

Per tant, aquests beneficis reforcen més la idea que, en un entorn on la transformació digital està emergint com un dels factors diferenciadors de les companyies, **la intel·ligència de negoci ens ajudarà a fer aquest salt qualitatiu per tal d'aconseguir els objectius definits dins del pla estratègic**.

2.2 Reptes

A l'hora d'endinsar-se en el món de la intel·ligència de negoci no hem de deixar de banda els reptes que existeixen i que compliquen els esforços per fer productius, eficaços i útils els processos de BI.

Els desafiaments estan formats per múltiples factors, a continuació enumerarem vuit d'ells, i que haurem de tenir en compte per assegurar un èxit d'implantació [5]:

- Integració de dades des de diferents fonts: El creixement dels orígens de les dades obliga les organitzacions a reunir-les en un punt, sigui local o al núvol, per tal d'analitzar-les. Per a fer-ho es requereixen una combinació d'habilitats tècniques, comprensió de les dades que s'estan tractant i una infraestructura que les suporti.
- Problemes de qualitat de les dades: Recordem que la informació obtinguda d'una eina BI és tan precisa com les dades en què es basen. Per tant, és de vital importància que durant el procés de recopilació de les dades s'impliqui a tots els interessats i es creï una estratègia de gestió de dades que proporcioni una base sòlida per fer un seguiment de tot el cicle de vida d'aquestes.
- Sitges de dades amb informació inconsistent: La integritat de les dades és una necessitat per a utilitzar BI, per aquest motiu, els equips de gestió de dades han de desglossar les sitges (p. ex.: manca d'estàndards interns sobre les dades de diferents departaments), i harmonitzar-les per obtenir els resultats desitjats.
- Crear una cultura basada en dades: És important dotar als treballadors de les eines adequades i capacitar-los per aplicar les idees que les eines de BI generen en els processos empresarials. Per aconseguir-ho els líders empresarials han d'impulsar aquest canvi cultural que prioritzi l'ús de l'anàlisi de dades per informar la presa de decisions.
- Formació per als usuaris finals: Molt lligat a l'anterior repte, és important que els usuaris finals vegin els beneficis de la utilització de les dades en temps real envers els processos manuals d'actualització de dades. Es requereix un exercici de formació a totes les unitats de negoci.
- Gestió de l'ús d'eines BI en autoservei: Diverses companyies fan ús d'eines BI però moltes d'elles deixen en mans dels departaments la seva implementació i manteniment que s'encarreguen de parametritzar-les segons les necessitats. El repte és trobar uns estàndards que facilitin a totes les unitats de negoci utilitzar unes eines BI amb un origen de dades comú.
- Adopció baixa d'eines BI: Com hem esmentat anteriorment, és habitual trobar unitats de negocis que en comptes d'utilitzar eines BI utilitzen altres eines, com Microsoft Excel, per a la realització de consultes i la posterior anàlisi. És important trobar un bon cas d'ús

durant la implementació per demostrar els beneficis d'adopció i, sobretot, oferir noves funcionalitats i millores sobre les eines BI.

- Mala visualització de les dades: Hem de tenir present que un tauler o informe de BI només és valuós si és fàcil per als usuaris finals navegar i comprendre les dades. Els equips de BI haurien de promoure bones pràctiques en el disseny de visualització.

Per tant, sempre que estudiem la implantació d'una eina de negoci s'hauran de **prendre mesures per a reduir o eliminar els riscos associats que poden aparèixer durant la implantació**.

2.3 Arquitectura

Un cop hem detallat el concepte de BI, els seus beneficis i reptes més destacables, entrarem en detall de com és l'arquitectura de la intel·ligència de negoci.

L'arquitectura de BI serveix com a pla tecnològic per recopilar, organitzar i gestionar dades de BI i, a continuació, fer que les dades estiguin disponibles per a l'anàlisi, la visualització i presentació d'informes.

L'arquitectura incorpora polítiques per governar l'ús dels components tecnològics. Ajuda als gestors de BI i de dades a crear un procés eficient per processar i gestionar les dades que s'extreuen de l'entorn.

Sabent que es pot desplegar en un centre de dades local o al núvol, existeixen elements comuns que són part dels components principals de l'arquitectura. Els enumerem a continuació [6]:

- Sistemes d'origen: Aquests són els sistemes que capturen i mantenen les dades operacionals i transaccionals identificades com essencials per al programa de BI, fonts internes i pot incloure fonts secundàries externes com bases de dades de client. Pot ser necessària una combinació de dades estructurades, semiestructurades i no estructurades per aconseguir el nivell d'anàlisi desitjat. Els criteris més importants per a la selecció de les fonts de dades són:
    - Rellevància de les dades
    - Moneda de les dades (*data currency*)
    - Qualitat de les dades
    - Nivell de detall dels conjunts de dades disponibles
- Eines d'integració i neteja de les dades: L'objectiu és integrar i consolidar diferents conjunts de dades per crear vistes unificades. Normalment, inclou perfils de dades i eines de neteja que s'utilitzen per identificar i solucionar problemes sobre la qualitat de les dades.

  Les tecnologies d'integració més utilitzades, que veurem en detall en properes seccions, són ETL (Extracció, Transformació i Càrrega) i ELT (Extracció, Càrrega i Transformació). Altres mètodes inclouen la integració de dades en temps real.

- Magatzem de dades analítiques: És on s'emmagatzemen i es gestionen les dades de BI. Normalment existeix un magatzem de dades principal que emmagatzema dades estructurades en una base de dades relacional, columnar o multidimensional i les posa a disposició de les consultes i anàlisis.

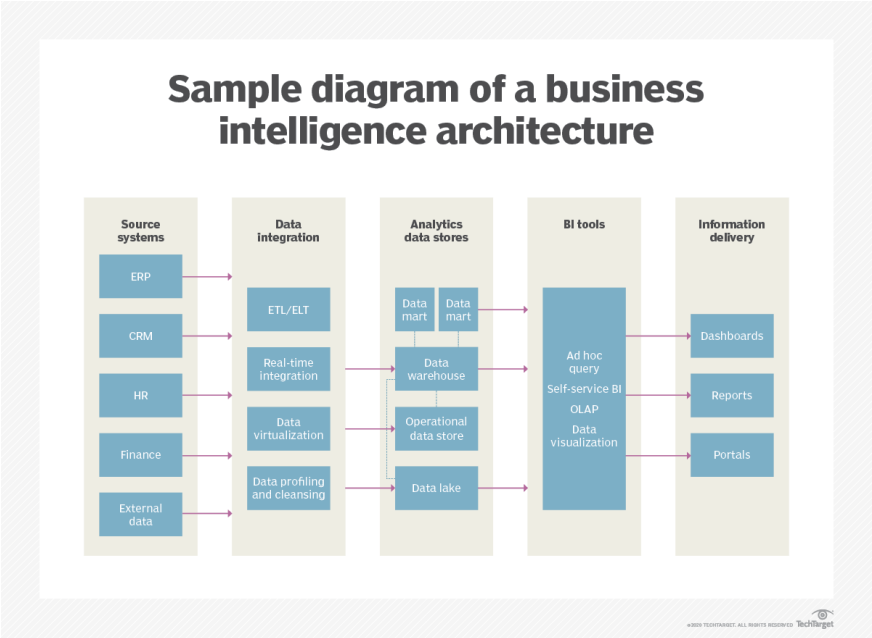
  Les arquitectures de BI solen incloure un magatzem de dades provisional per a les dades abans d'entrar a un magatzem de dades.

  Depenent de la mida de l'entorn de BI, es pot desplegar un *data warehouse*, data marts i un *ODS* en un servidor de base de dades únic o sistemes separats.

- Eines de visualització de dades i BI: Les eines que s'utilitzen per analitzar dades i presentar informació als usuaris empresarials inclouen un conjunt de tecnologies que es poden integrar en una arquitectura de BI (*vegeu apartat 2.4*). El programari BI també inclou eines de visualització de dades que es poden utilitzar per crear representacions gràfiques de les dades, en forma de gràfics i altres tipus de visualitzacions dissenyades per il·lustrar tendències, patrons i elements anormals en conjunts de dades.

- Quadres de comandament i informes: Aquestes eines proporcionen la visibilitat dels resultats de les aplicacions de BI i d'anàlisi, amb visualitzacions de dades integrades.

Amb l'objectiu de fer més entenedor tot el procés, a continuació es mostra una il·lustració de què s'inclou en l'arquitectura BI:



Il·lustració 3: Esquema de l'arquitectura de la intel·ligència de negoci

2.4 Tecnologies BI

Dins de l'àmbit del TFG ens interessa principalment conèixer quines són les eines que utilitzarem per analitzar dades i presentar la informació al quadre de comandament. La utilització de les eines de BI dependrà sempre del tipus d'anàlisi de dades i objectius que vulguem assolir per a la nostra organització.

Per a fer-ho, necessitem conèixer les tecnologies més habituals. A continuació presentem un llistat de les tecnologies disponibles pel tractament d'aquestes dades [3]:

- Anàlisi Ad-Hoc: Permet escriure i executar consultes per analitzar problemes empresarials específics, es creen sovint sobre la marxa però s'acaben executant periòdicament, incorporant els resultats de l'anàlisi als taulers i als informes.
- Processament analític en línia (OLAP): Permet analitzar dades a través de diferents dimensions (multidimensionals), especialment indicat per a consultes o càlculs complexos. Actualment és possible realitzar aquesta anàlisi directament amb BBDD de dades en columnes.
- BI mòbil: Permet que les aplicacions i els taulers de BI estiguin disponibles en telèfons intel·ligents i tauletes. Sovint s'utilitzen més per veure dades que per analitzar-les. Es dissenyen amb èmfasi en la facilitat d'ús.
- BI en temps real: Les dades s'analitzen a mesura que es creen, es recopilen i es processen per proporcionar una visió actualitzada de les operacions.
- Intel·ligència operativa (OI): És una anàlisi en temps real que proporciona informació a directius i treballadors de primera línia en operacions comercials. Dissenyades per permetre accions més ràpides sobre problemes.
- Programari com a servei BI: Gràcies als sistemes de computació al núvol, aquests ofereixen la seva capacitat d'anàlisi de dades als usuaris en forma de servei, habitualment per mitjà d'una subscripció.
- BI de codi obert (OSBI): Habitualment es compon de dues versions: una gratuïta i una comercial. Es té accés al codi font per permetre desenvolupaments a mida.
- BI incrustat: Les eines d'intel·ligència de negoci posen la funcionalitat de visualització de dades i BI directament a les aplicacions empresarials. Això permet als usuaris empresarials analitzar les dades dins de les aplicacions que utilitzen habitualment.
- BI col·laborativa: Es tracta més d'un procés que d'una tecnologia específica. Combina les aplicacions de BI amb eines de col·laboració (p. ex. Microsoft Teams) per permetre a diferents usuaris treballar junts en l'anàlisi de dades i compartir informació entre ells.

- Intel·ligència de localització: Ofereix informació sobre elements geogràfics de dades i operacions empresarials que permet a l'usuari analitzar dades d'ubicació i geoespacials, amb la visualització de dades basada en mapes.

Un cop explicada l'arquitectura d'una solució de BI i les diferents opcions tecnològiques que tenim a l'hora de presentar aquestes dades, és hora d'aprofundir sobre quins són els venedors i productes de BI que marquen tendència al mercat.

2.5 Mercat

Al mercat trobem una gran varietat de venedors que ofereixen les seves eines de BI amb diferents característiques. Dependrà de la utilització que vulguem fer a la nostra organització la selecció d'una eina o una altre.

Per il·lustrar la varietat de productes que trobem al mercat, detallarem les funcionalitats i característiques dels principals venedors segons el Magic Quadrant de Gartner [7].

Il·lustració 4: Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms

Abans de començar amb la comparativa, explicarem breument com s'interpreta el Magic Quadrant de Gartner:

- Líders (*Leaders*): Són empreses líders que ofereixen un catàleg extens i complet de productes amb capacitat d'adaptar-se als canvis de mercats.
- Aspirants (*Challengers*): Són empreses que ofereixen bons productes però que només s'enfoquen en un determinat aspecte de la demanda.
- Visionaris (*Visionaries*): Són empreses amb capacitat de predir les necessitats del mercat però no presenten una plataforma sòlida per respondre a aquestes necessitats a escala global.
- Jugadors de nínxol (*Niche players*): Són empreses que no entren dins de les altres tres categories.

Totes les eines analitzades **es consideren plataformes modernes d'anàlisi i intel·ligència empresarial (ABI) amb un alt grau d'utilització que admet el flux de treball analític complet**, des de la preparació de les dades fins a la presentació visual i la generació d'informació.

Actualment, les eines ja no es diferencien per la seva capacitat de visualització de les dades, similar entre tots els productes, sinó que es diferencien en funció del suport integrat per a capacitats d'informes empresarials, és a dir, com aquestes eines poden ajudar a les organitzacions a modernitzar les necessitats d'informes empresarials i, sobretot, a través de l'analítica augmentada, el que coneixem com aprenentatge automàtic (*Machine Learning*) i intel·ligència artificial (IA) que s'encarreguen de la preparació de dades assistida, generació d'informació i explicació d'informes.

A continuació veurem alguns dels venedors que proposa Gartner segons el seu grau d'evolució dels productes que ofereixen [8].

2.5.1 Líders

- Microsoft: Ofereix preparació de dades, descobriment de dades basades en visuals, taulers interactius i analítica augmentada. Està disponible com a opció SaaS que s'executa al núvol d'Azure o com a opció local a Power BI Report Server. Power BI Desktop es pot utilitzar com a eina d'anàlisi personal independent i independent.
    - Productes més destacats: Microsoft Power BI, Microsoft Power BI Desktop
    - Punts forts:
        - És un producte conegut i incorporat com a opció dins de les subscripcions de Microsoft Office 365.
        - Inclou eines d'analítica augmentada
    - Punts dèbils/riscos:
        - Les versions *on-premise* tenen funcionalitats limitades
        - Només es pot utilitzar Azure com a plataforma al núvol, no es poden emprar altres IaaS (Infraestructura com a servei).

- Preus:
    - Escriptori: gratuït.
    - Pro: 9.99 $ per usuari/mes.
    - Premium: Variable

- Tableau: Ofereix una experiència d'exploració basada en l'apartat visual que permet accedir, preparar, analitzar i presentar els resultats de les dades. Utilitza analítica augmentada per mitjà del processament del llenguatge natural, que permet als usuaris dir què volen veure i estadístiques automatitzades.
    - Productes més destacats: Tableau Prep, Tableau Desktop, Tableau Server, Tableau Online.
    - Punts forts:
        - Màrqueting potent.
        - Facilitat d'exploració visual i manipulació de dades.
        - Diferents opcions d'execució, on-premise, núvol públic o directament allotjat per Tableau.
    - Punts dèbils/riscos:
        - Hi ha certa incertesa sobre la seva direcció com a part de Salesforce.
    - Preus:
        - Mínim un Tableau Creator (70 $ al mes).
        - Espectadors (Viewers) a partir de 12 $ al mes, mínim 100 usuaris.
        - Exploradors (Explorers) a partir de 35 $ al mes, mínim 5 usuaris.
        - Complement Tableau Data Management 5,50 $ usuari/mes i un complement de gestió de servidors per 3 $ usuari/mes

2.5.2 Visionaris

- Sisense: Proporciona una plataforma ABI que dóna suport a projectes de dades complexos oferint capacitats de preparació de dades, anàlisi i exploració visual. Ajuda al comprador en tot el procés de parametrització..
    - Productes més destacats: Sisense for Cloud Data Teams, Sisense for BI & Analytics Teams, Sisense for Product Teams.
    - Punts forts:
        - Permet executar aplicacions modernes de núvol escalables com Docker o Kubernetes.
        - Pot de-duplicar automàticament dades incorrectes o desalineades i agrupar cadenes similars.
        - El motor de base de dades *in-chip* és més ràpid que les bases de dades en memòria.
    - Punts dèbils/riscos:
        - La mida de les instal·lacions (nombre d'usuaris) continua essent baix en comparació amb altres venedors.
        - Una proporció baixa d'usuaris realitza anàlisis i descobriments ad-hoc moderadament complexos o molt complexos, en relació amb la norma del mercat.
    - Preus:
        - Variable, basat en una subscripció anual per l'ús del programari i el servei.
- SAS: Ha millorat en l'analítica augmentada amb components com el Machine Learning o la IA. Inclou suggeriments automatitzats de factors rellevants mitjançant visualitzacions i explicacions de llenguatge natural. Solucions al núvol i basada en micro-serveis.
    - Productes més destacats: SAS Visual Analytics
    - Punts forts:
        - Disposa d'un ampli ventall de productes per verticals, segons el sector de l'organització.
        - Incorporació d'assistents virtuals, chatbots, o integració per veu.
    - Punts dèbils/riscos:
        - La percepció al mercat és que és un producte propietari i amb un preu elevat.
        - Poca flexibilitat sobre els contractes dels clients.
    - Preus:
        - Variable, sota demanda.

2.5.3 Aspirants

- TIBCO Software: Ofereix una plataforma de preparació de dades basada en IA que dóna suport a la creació de models complexos. Disposa de productes adaptats segons les unitats de negoci d'una organització.
    - Productes més destacats: TIBCO Spotfire
    - Punts forts:
        - Capacitat de preparació de dades basada en Machine Learning per a la creació de models de dades complexos.
        - Visualitzacions suggerides automàticament.
        - L'experiència d'usuaris és bona.
    - Punts dèbils/riscos:
        - No hi ha abundància de partners amb coneixement del producte.
        - Fragmentació dels productes oferts a les organitzacions.
        - Cost elevat per a implementacions a gran escala.
    - Preus:
        - Variable, per a solucions TIBCO Spotfire Platform (on-premise al client), TIBCO Spotfire Enterprise (servei privat) sota demanda.
        - TIBCO Spotfire per als serveis web d'Amazon (AWS) comença a 0,99 $ / hora.
        - TIBCO Cloud Spotfire és de 125 $ al mes o 1.250 $ a l'any per analistes; 65 $ al mes o 650 $ a l'any per llicències d'empresa; 25 $ al mes o 250 $ a l'any per usuaris; i 25 $ al mes o 250 $ a l'any per 25GB d'emmagatzematge de la biblioteca.

2.5.4 Jugadors de nínxol

- Dundas: Ofereix als usuaris visualitzar dades, crear i compartir quadres de comandament, creació d'informes i permet personalitzar el contingut analític. Es basa en un motor de memòria i magatzem de dades integrat desenvolupat per ells mateixos.
    - Productes més destacats: Dundas BI
    - Punts forts:
        - Disposa d'una API oberta que permet crear casos d'ús d'anàlisi altament configurables.
        - Facilitat en la creació de quadres de comandament altament personalitzables.
        - Experiència d'usuari.
    - Punts dèbils/riscos:
        - El seu propi motor de memòria i magatzem de dades integrat és una limitació en l'escalabilitat.
        - La seva presència al mercat està limitada a poques regions, com Amèrica del Nord, Europa i Austràlia.
    - Preus:
        - Variable, segons els usuaris concurrents, sense vinculació amb el nombre de servidors o nuclis.

2.6 Futur

Un cop hem situat com està el mercat de BI és hora de plantejar com es planteja el futur. Sabem que la transformació digital ha situat les dades al centre de totes les organitzacions. Aquestes intenten identificar què és el més important i quines decisions s'han de prendre o evitar.

Les eines i les tècniques BI són cada cop més abundants i potents, per tant existeix una tendència generalitzada i igualitària que fa que les organitzacions puguin accedir i personalitzar les dades des de més llocs amb diverses finalitats.

Durant els pròxims anys, la manera de produir, gestionar i lliurar l'anàlisi de dades canviarà. Segons Gartner, **els líders del sector hauran de controlar activament, experimentar o desplegar tecnologies emergents**.

No servirà reaccionar a les tendències a mesura que es van consolidant si es volen assolir avantatges competitius respecte a la resta.

Per tant, hem de saber quines seran aquestes tendències [9] que marcaran el futur pròxim. A continuació en trobem les deu més importants:

- Analítica augmentada: Present en els productes dels líders del sector, redueix la dependència dels analistes de dades, ciència de dades i aprenentatge automàtic però requereix una cultura de dades dins de l'organització.
- Gestió augmentada de dades: La incorporació de l'aprenentatge automàtic i la IA permetrà a les organitzacions l'automatització les tasques de gestió de dades i, per tant, el personal tècnic qualificat pugui centrar-se en tasques de més valor.
- Processament del llenguatge natural (NPL) i anàlisi de conversa: D'aquesta manera s'aconsegueix obtenir resposta a preguntes sobre les dades i rebre resposta sobre les estadístiques. L'anàlisi de conversa és una evolució del NPL que permet plantejar i respondre preguntes verbalment en lloc de fer-ho mitjançant text.
- Analítica de gràfics: És un conjunt de tècniques analítiques que mostra com es relacionen entitats com persones, llocs o coses. Serveixen per a la detecció de fraus o l'anàlisi de xarxes socials. D'aquesta manera s'accelerà la preparació de dades i permetrà una ciència de dades més complexa i adaptativa.
- IA comercial i aprenentatge automàtic: La utilització i millora dels algorismes i els entorns de desenvolupament d'IA i d'aprenentatge automàtic ajudarà a accelerar el desplegament de models en producció.
- Teixit de dades: Aquest ha de ser àgil i fiable. Obtenir valor depèn d'aquest teixit. Tot i que és un disseny fet a mida de cada organització proporciona una combinació orquestrada de dades.
- IA explicable: És el conjunt de capacitats que descriuen un model, en ressalta els punts forts i els punts febles, prediu el seu comportament probable i identifica els possibles biaixos.
- *Blockchain* en dades i analítiques: Aquesta tecnologia aborda dos reptes en dades i anàlisi. En primer lloc, *blockchain* proporciona l'històric d'actius i transaccions. En segon lloc, proporciona transparència a xarxes complexes de participants.
- Intel·ligència contínua: Les organitzacions busquen intel·ligència en temps real per a un conjunt de tasques gràcies als avenços en la computació al núvol, els avenços en programari i el creixement de les dades per mitjà dels sensors de la IoT.
- Servidors de memòria persistent: La majoria dels sistemes de gestió de bases de dades (SGBD) fan ús d'estructures de base de dades a la memòria, però amb un volum de dades que creix ràpidament, la mida de la memòria pot ser restrictiva. La tecnologia de memòria persistent ajudarà les organitzacions a extreure informació més útil de les dades.

A la taula següent es mostren aquestes tendències i la relació entre elles:

Il·lustració 5: 10 tendències sobre les dades i l'analítica

Per tant, **serà de vital importància entendre quan i per què utilitzar les eines de BI, el seu procés analític i si els processos empresarials inclouen capacitats per implementar l'aprenentatge automàtic, així com comprendre la IoT i les seves implicacions analítiques** [10].

2.7 BI al projecte

Finalment, per acabar aquesta secció, expliquem el procés per a la implantació d'una solució BI a una organització en set passos i com l'aplicarem en l'àmbit del TFG [11]:

- Obtenir l'aprovació de la implementació de la solució BI: Es necessitarà l'aprovació i el finançament de l'equip directiu per posar en marxa un equip de BI i adquirir les eines, maquinari i programari necessari. S'hauran de documentar els requisits empresarials, els casos d'ús, els avantatges esperats i els càlculs ROI.
    - En l'àmbit del TFG, les seccions 1.1 i 1.2 ens ofereixen la motivació per a la implementació d'un quadre de comandament i els objectius a assolir. Tant el maquinari com programari serà proporcionat per l'estudiant i, en el nostre entorn no requerirà una justificació detallada del ROI.
- Desenvolupar l'estratègia de negoci: Comprendre quina pot ser l'avantatge competitiu i com aconseguir-la. Analitzar les eines d'anàlisi disponibles al mercat i una consulta als treballadors de l'ús actual de les dades. Tampoc hem de deixar de banda la protecció de privadesa de les dades, la governança, les necessitats tecnològiques o KPIs.
    - En l'àmbit del TFG volem un quadre de comandament amb dades meteorològiques en temps real que permetrà disposar de dades sobre factors d'humitat i temperatura. L'anàlisi d'eines de BI s'ha realitzat a la secció 2.5.
- Configurar l'equip BI: En aquest punt s'ha de confeccionar l'equip de treball que s'encarregarà del desenvolupament i manteniment de les dades. Cadascun requerirà una barreja d'habilitats en la gestió de dades, a més d'aptituds per a l'anàlisi i la comunicació de dades, la col·laboració i la resolució de problemes.
    - En el nostre cas, l'equip de treball serà l'estudiant.
- Dissenyar l'arquitectura de BI: S'han de planificar els components de maquinari, programari i l'arquitectura de BI (vegeu secció 2.3) i com s'enviaran aquestes dades. També haurem de decidir si volem una solució on-premise o al núvol.
    - En aquest cas, els components de maquinari (Raspberry Pi i sensors meteorològics) i programari (Raspberry Pi OS per a la captura i Microsoft Power BI per a la presentació de les dades) es veuran en detall en les seccions posteriors. La nostra solució serà híbrida, *on-premise* per a la captura i al núvol per a la visualització.
- Selecció de l'eina de visualització de les dades: Ha de complir les necessitats empresarials.

    - Mitjançant l'anàlisi realitzada a la secció 2.5 s'ha decidit la selecció de Microsoft Power BI per a la realització del quadre de comandament per les possibilitats d'ús que ofereix.

- Planificació i realització de formació per a usuaris finals: Durant la implementació s'ha de realitzar una formació per a familiaritzar als usuaris tant en la utilització de l'eina de BI com en la presentació de les dades així com per assegurar-se que són conscients de les polítiques de governança, privadesa i seguretat.
    - Aquest TFG ja contempla la documentació de la configuració i utilització del quadre de comandament dissenyat i es veurà en detall a la secció 5.
- Desplegar i provar el sistema de BI: Abans de posar el resultat en els sistemes productius d'una organització s'ha de provar i assegurar que funciona tal com s'ha dissenyat.
    - També durant la secció 5 es realitzaran les proves necessàries per assegurar que s'obté el producte desitjat: el quadre de comandament amb dades meteorològiques.

Un cop finalitzada la introducció sobre la intel·ligència de negoci i com evolucionarà en els pròxims anys, analitzarem una d'aquestes tendències i el seu potencial com a font de dades, la IoT.

3. Què és la Internet de les Coses

Recordem que la transformació digital es defineix com un conjunt de tecnologies que permeten, impulsen i acceleren les oportunitats de creació de valor a les empreses.

La Internet de les Coses (IoT) és una d'aquestes tecnologies clau en la transformació digital de les empreses. Moltes d'elles utilitzen IoT per operar de manera més eficient i reduir costos, millorar el servei al client, millorar la presa de decisions i augmentar el valor de negoci.

Però, ¿què és exactament la IoT?

Doncs la IoT és l'agrupació i interconnexió de dispositius i objectes amb identificadors únics (UIDs) a través d'una xarxa, privada o Internet, on tots són visibles i poden interactuar entre ells i transferir dades sense intervenció humana o home-ordinador [12].

Com podem deduir, **la IoT té un gran potencial per les possibilitats d'anàlisi de dades que ens ofereix**. Si disposem de més dades, les tractem adequadament, podrem aplicar una intel·ligència de negoci molt més eficient i obtenir uns resultats més òptims.

3.1 Com funciona?

Entrant en detalls tècnics, un ecosistema IoT està compost de dispositius intel·ligents habilitats per a la interacció web que utilitzen sistemes integrats; com processadors, sensors o maquinari de comunicació; per a recopilar, enviar i actuar sobre les dades que adquireixen dels seus entorns.

Els dispositius IoT fan gran part del treball sense intervenció humana, tot i que a l'estar accessibles, es pot interactuar amb ells. Per exemple, ens podríem connectar per configurar-los o accedir a les dades.

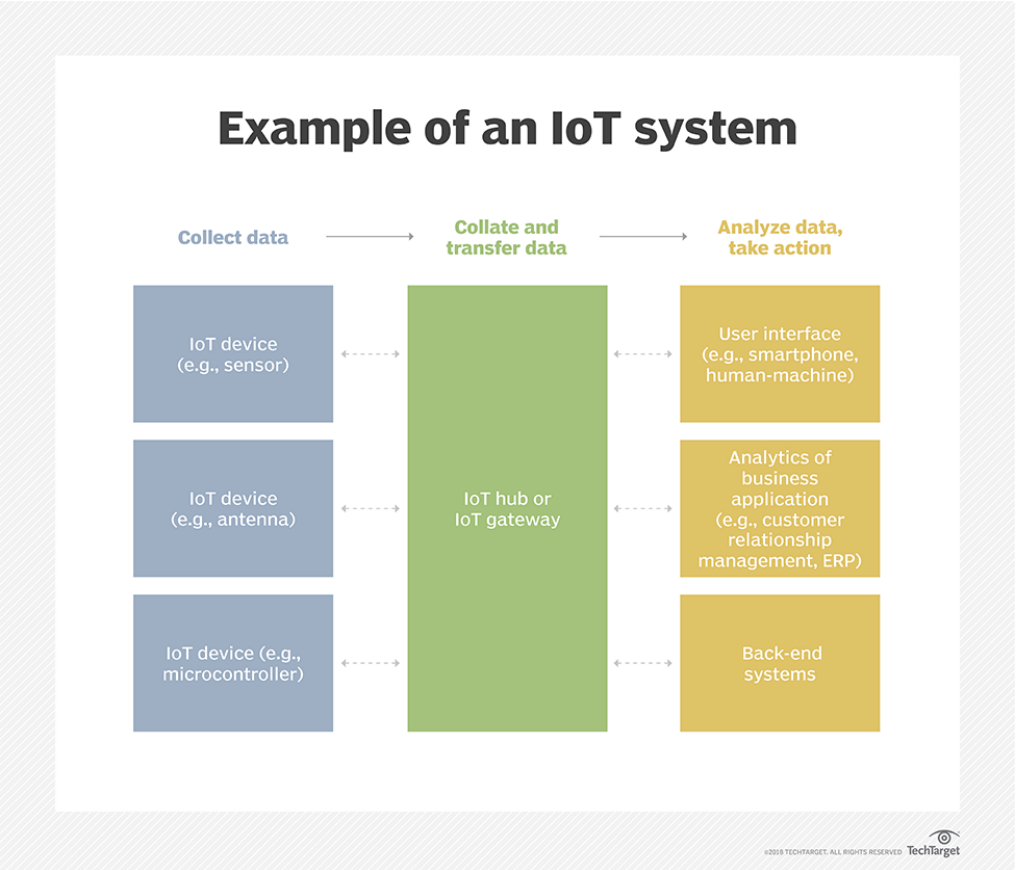
Podem resumir el funcionament de la IoT en quatre etapes [12]:

1. Les dades dels sensors/dispositius de la IoT són capturades cada cert temps segons com s'hagi configurat prèviament. La complexitat d'aquestes dades pot variar segons el seu origen.
2. Connectivitat i enviament de dades enviant-les des dels dispositius cap a una passarel·la IoT o un altre dispositiu perifèric al núvol o a un dispositiu local per a la seva posterior anàlisi. De vegades, són els mateixos dispositius IoT els que es comuniquen entre ells i comparteixen i processen la informació.
3. Processament de les dades. Un cop les dades són recollides al pas 2, el programari d'anàlisi de dades treballa sobre aquestes. La IoT pot

utilitzar IA o aprenentatge automàtic per a facilitar els processos de recopilació de dades i fer-los més dinàmics.

4. Informació accessible per a l'usuari. És una extensió del pas anterior però el propòsit és fer la informació accessible a l'usuari, ja sigui mitjançant alertes al seu dispositiu mòbil o un quadre de comandament a una eina BI.

A continuació mostrem una il·lustració amb el funcionament de la IoT per a les tres primeres etapes:



Il·lustració 6: Etapes funcionament IoT

3.2 Avantatges

Tot i que **la IoT** té una clara incidència en la vida quotidiana, en l'àmbit empresarial **complementa el BI aportant la capacitat d'accedir a la informació dels dispositius des de qualsevol lloc i moment reduint la necessitat d'intervenció humana**.

La IoT pot implantar-se a diferents sectors empresarials tot i que actualment les organitzacions de fabricació, transport i serveis públics són les que han començat la seva utilització a gran escala. Tot i això, es podria donar el cas d'ús a qualsevol empresa o sector.

Com sabem, la IoT ajudarà a les empreses a assolir la transformació digital. Per tant, podem extreure com a denominador comú un conjunt de beneficis independentment del tipus d'empresa, aquests són [12]:

- Supervisar els processos comercials.
- Millorar l'experiència dels clients.
- Estalviar temps i diners.
- Augmentar la productivitat dels empleats.
- Integrar i adaptar models de negoci.
- Ajudar en la presa de decisions.
- Generar més valor.

Tot i això, hem de ser conscients que aquesta tecnologia és relativament nova i, per tant, existeixen una sèrie de desavantatges i problemes que s'han d'anar resolent en els pròxims anys per tal que pugui adoptar-se en un nombre més gran d'empreses.

3.3 Seguretat i privacitat

Hem de considerar que a mesura que augmenta el nombre de dispositius connectats i es comparteix més informació entre o a través dels dispositius de la IoT, augmenta el potencial d'un atac informàtic que pugui robar informació comercial. [13]

Per tant, **la recopilació i gestió de les dades d'aquest dispositiu és un repte per a qualsevol empresa**. Tampoc ajuda que no existeixi cap estàndard internacional de compatibilitat per a la IoT que produeix una dificultat addicional per comunicar dispositius de diferents fabricants.

A continuació detallem quins són aquests riscos de seguretat i privacitat que existeixen als dispositius IoT:

- Riscos de seguretat: Els pirates informàtics analitzen les xarxes de dispositius de la IoT i intentant explotar vulnerabilitats conegudes [14].
    - Xarxes de bots: És una xarxa on els dispositius de la IoT són cooptats mitjançant la injecció de codi maliciós i els incorporen en una xarxa maliciosa utilitzada habitualment per iniciar ciberatacs massius, els més habituals són els atacs DDoS, *spam* o *pishing*.
        - Possibles solucions: fer un inventari de dispositius IoT, actualitzar-los periòdicament, anàlisi de xarxa.
    - Amenaces DNS: La connexió de dispositius IoT amb dispositius que no compleixen els estàndards de seguretat recents són un risc i poden quedar exposats.
        - Possibles solucions: utilitzar l'extensió de seguretat DNS (DNSSEC) per protegir les signatures digitals de

manera que s'assegura que el dispositiu que fa una petició és realment qui diu ser.

- Atacs de *ransomware*: Els atacants infecten el dispositiu de IoT amb l'objectiu de capturar dades i exposar-les a internet o demanar una quantitat de diners per no publicar-les.
    - Possibles solucions: Inhabilitar serveis no necessaris, crear còpies de seguretat, segmentació de la xarxa de dispositius, avaluar les vulnerabilitats.
- Seguretat física: Accés físic al dispositiu amb l'objectiu de robar-los, obrir-los o intentar accedir als ports interns per entrar a la xarxa.
    - Possibles solucions: Protegir el dispositiu per evitar la manipulació o eliminar qualsevol contrasenya o informació sensible al dispositiu.
- *Shadow* IoT: No sempre es controlar quins dispositius es connecten a la xarxa i pot provocar que s'afegeixin amb vulnerabilitats que poden ser aprofitades per un atacant.
    - Possibles solucions: Afegir polítiques restrictives quan s'incorpora un dispositiu a la xarxa i bloquejar dispositius desconeguts.

- Riscos de privacitat [15]:
    - Al trobar els dispositius IoT interconnectats amb diversos elements de programari i maquinari hi ha probabilitats de filtracions de dades mitjançant manipulacions no autoritzades.
    - Molts dispositius IoT transmeten informació personal d'usuari, per exemple el nom o la data de naixement, sense xifrar. Els fabricants també poden accedir a aquestes dades i, fins i tot, vendre-les a tercers.

En resum, **la tecnologia IoT ha evolucionat molt més ràpid que els mecanismes per a protegir els dispositius**. És important identificar els riscos existents i conèixer com o si es poden mitigar. En els propers anys s'espera una evolució a la IoT que, sobretot, millorarà tots aquests aspectes.

3.4 Protocols

Els protocols de connectivitat depenen de les aplicacions IoT específiques desplegades. Com hem identificat, no existeix un estàndard comú per als fabricants tot i que els dispositius IoT acostumen a emprar algun dels següents protocols [13] [16]:

- IPv6 a través de xarxes d'àrea personal sense fils de baix consum (6LoWPAN): Estàndard definit per la Internet Engineering Task Force

(IETF) permet que qualsevol ràdio de baixa potència es comuniqui a Internet, incloent Bluetooth de baixa energia (BLE) i Z-Wave.

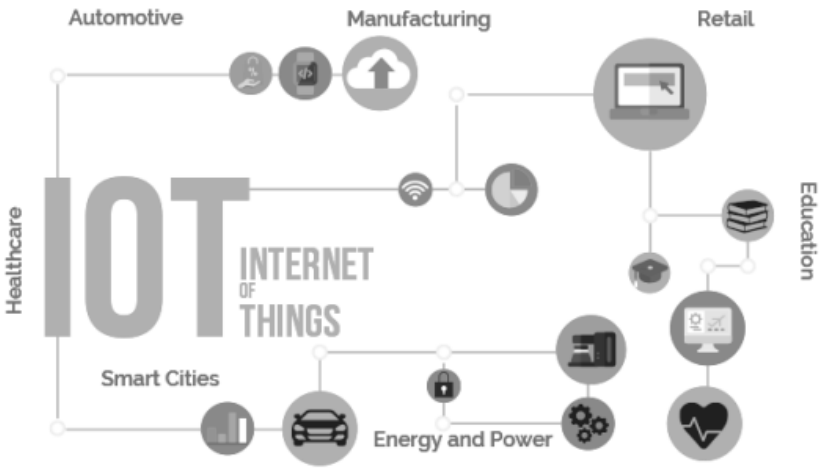
- MQTT (Message Queue Telemetry Transport): Protocol lleuger per enviar fluxos de dades senzills des de sensors a aplicacions i aplicacions intermediàries.
- DDS (Data Distribution Service): Estàndard IoT per a comunicacions màquina a màquina en temps real, escalables i d'alt rendiment. Va ser desenvolupat pel Object Management Group (OMG).
- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol): Estàndard de codi obert a la capa d'aplicació per a missatgeria asíncrona per cable. Permet la missatgeria xifrada i interoperable entre organitzacions i aplicacions.
- Bluetooth: Tecnologia de curt abast integrada en la majoria de dispositius mòbils. BLE és més ideal per aplicacions IoT.
- ZigBee: És una xarxa sense fils de baixa potència i baixa velocitat de dades que s'utilitza principalment en entorns industrials. ZigBee Alliance ha creat *Dotdot*, un llenguatge universal per a la IoT.
- WiFi: Tecnologia de xarxa sense fils. Ofereix una transferència ràpida de dades i és capaç de processar-ne grans quantitats.
- Xarxes mòbils: És la base de les xarxes de telefonia mòbil, aprofiten les capacitats de comunicació com ara 3G, GSM o 4G. La tecnologia és capaç de transferir grans quantitats de dades, però el consum d'energia i les despeses també són elevades.
- LoRaWAN (Long Range Wide Area Network): Està dissenyat per admetre xarxes enormes (per exemple, ciutats intel·ligents) amb milions de dispositius de baix consum connectats. Pot proporcionar una comunicació bidireccional segura de baix cost.
- Near Field Communication (NFC): Ofereix comunicacions segures i senzilles entre dispositius electrònics. Permet als dispositius compartir informació a una distància inferior a 4 cm.

3.5 Exemples d'ús

Com hem anat explicat, les aplicacions de la IoT són diverses i es poden implementar en diferents sectors. A continuació mostrarem alguns casos d'ús on la IoT ofereix tot el seu potencial aplicat a un cas d'ús concret [12]:

- Cases intel·ligents: La IoT permet incorporar dispositius com ara termòstats intel·ligents, electrodomèstics intel·ligents, calefacció, il·luminació i dispositius electrònics que connectats es poden controlar remotament i permeten una gestió més eficient de l'habitatge.

- Ciutats intel·ligents: Gràcies a la IoT es poden resoldre diversos problemes relacionats amb les ciutats. Per exemple es podria aplicar per millorar el trànsit, la contaminació atmosfèrica i acústica o l'estalvi d'energia.
- Dispositius *wearables*: Tals com rellotges intel·ligents, incorporats amb sensors i programari adequat poden recopilar i analitzar les dades dels usuaris, enviant dades a altres tecnologies amb l'objectiu de fer la vida dels usuaris més fàcil i còmoda.
- Cadenes de subministrament: Els equips de fàbrica que contenen sensors comuniquen dades sobre diferents paràmetres, com ara la pressió, la temperatura i la utilització de la màquina i el sistema IoT pot canviar la configuració dels equips per optimitzar el rendiment.
- Agricultura: Els sensors poden recopilar dades sobre pluja, humitat, temperatura i contingut del sòl, així com altres factors, que ajudarien a automatitzar les tècniques de cultiu.



Il·lustració 7: Aplicacions IoT

3.6 Futur

La IoT és una tecnologia amb molt de potencial i en els pròxims anys trobarem millores i aplicacions que en l'actualitat no són possibles.

Gràcies a l'arribada d'avenços tecnològics com el 5G, WiFi 6 o el *Narrow Band* IoT l'escenari de dispositius connectats canviarà i creixerà exponencialment. S'espera que la tecnologia sigui més accessible en costos i resolgui algunes de les limitacions actualment presents en alguns dels seus protocols.

Cal fer un incís sobre la *Narrow Band* IoT, ja que la considerarem un pilar important en l'expansió de la tecnologia. Aquest és un estàndard obert basat en LTE. Utilitza una xarxa de baixa potència que requereix banda estreta -on hi ha menys soroll i interferències i la connexió gaudeix d'una millor sensibilitat i abast-. Proporciona millors nivells de cobertura i major durada de la bateria dels sensors.

En els darrers anys s'ha avançat en matèria de privadesa de les dades i, això afecta directament a la IoT perquè és un dels riscos d'aquesta tecnologia. L'any 2018 es va aprovar un nou Reglament General de Protecció de Dades (GPDR) que dóna un major control als usuaris sobre les seves dades i, en conseqüència, ajudarà a mitigar els dubtes sobre la IoT.

Per tant, **la IoT comporta nous riscos i oportunitats** en l'àmbit empresarial. Les pràctiques obsoletes de governança de dades i analítiques són insuficients per a la IoT perquè no són prou flexibles i adaptables. **Per assolir el valor real de la IoT, s'hauran d'aplicar tècniques de governança adaptativa si no es vol caure en el parany de crear un model autònom per a la IoT**, cosa que provocaria una major complexitat, costos organitzatius més alts i un rendiment més baix [17].

3.7 IoT al projecte

Dins l'àmbit del TFG es pretén mostrar com dispositius de la IoT connectats adequadament a una plataforma connectada a la xarxa permet recopilar dades pel seu posterior processament amb una eina de BI.

Les aplicacions de la IoT són diverses però el nostre objectiu és demostrar com avui dia qualsevol dispositiu connectat a la xarxa, amb un tractament i processament adequat pot ajudar a la presa de decisions d'una organització, independentment de la mida o el tipus de sector d'aquesta.

Per tant, en les posteriors seccions aprofundirem quin és el maquinari emprat per a capturar aquestes dades de la IoT i enviar-les a una plataforma de BI.

4. Què és la Raspberry Pi

La Raspberry Pi és una de les plataformes que podem emprar per connectar dispositius de la IoT.

És un ordinador de placa única (SBC) de baix cost, que permet connectar diferents perifèrics. Els elements principals d'aquest ordinador són un sistema en xip (SoC) que integra el que és necessari perquè el sistema funcioni, incloent-hi un processador, un xip gràfic (GPU) i la memòria RAM.

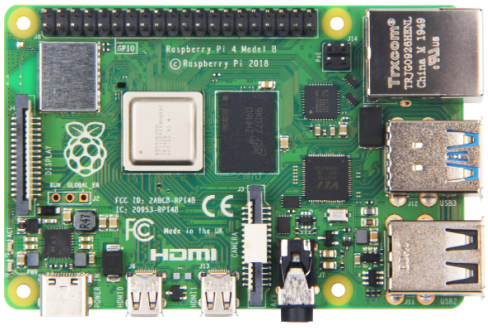
La idea d'aquest ordinador va néixer l'any 2006 al Laboratori d'Informàtica de la Universitat de Cambridge i durant sis anys un grup d'estudiants i docents van estar treballant per aconseguir un dispositiu econòmic i accessible per a tothom. Tot i això, no va ser fins a l'any 2012 quan la seva primera versió va ser posada al mercat.

Darrere d'aquest producte es troba la Raspberry Pi Foundation, una fundació-organització benèfica amb seu al Regne Unit, fundada al 2008, que treballa donar a conèixer la informàtica i la creació digital en mans de persones de tot el món [18]. Aquest és l'objectiu principal de tots els productes Raspberry Pi.

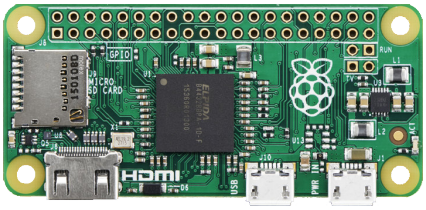
La Raspberry Pi disposa d'un sistema operatiu oficial, basat en Linux, anomenat Raspberry Pi OS (formalment conegut com a Raspbian) basat en la distribució Debian.

4.1 Models

Existeixen diferents models de Raspberry Pi que han evolucionat durant els anys, incorporant variacions en el tipus de la CPU, la capacitat de memòria, el suport de xarxes o el suport de dispositius perifèrics.



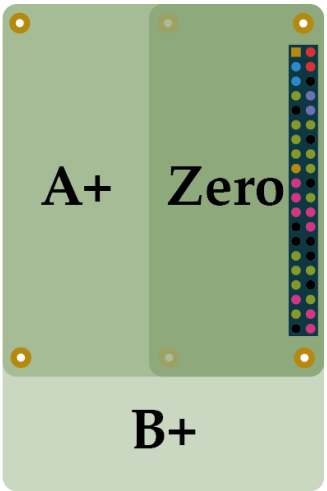
Il·lustració 8: Raspberry Pi 4 Model B



Il·lustració 9: Raspberry Pi Zero

Actualment disposem de dues famílies diferenciades:

- Família Raspberry Pi: Existeixen diferents models, A, A+, B i B+. Els models + són revisions amb millores sobre el model base. La utilització de targetes SD o micro-SD com a disc dur on s'executa el sistema operatiu és un element comú.
    - Dimensions:
        - B+: 85,6 mm x 56,5 mm.
        - A+: 65 mm x 56,5 mm.
- Família Raspberry Pi Zero: És una Raspberry Pi de dimensions reduïdes amb un preu lleugerament inferior i ideal per a la integració en altres dispositius o la IoT. Els ports GPIO són femella en comptes de mascle.
    - Dimensions:
        - 30 mm x 65 mm.



Il·lustració 10: Diferències dimensions RPi

A continuació, mostrem una taula amb alguns dels models de Raspberry Pi que aparegut al mercat així com algunes de les seves característiques principals [19]:

Model	Raspberry Pi B	Raspberry Pi 2	Raspberry Zero WH	Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi 4 B
SoC	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2711
CPU	ARM1176JZF-S 700MHz	Cortex-A7 900MHz	ARM1176JZF-S 1GHz	Cortex-A53 64-bit 1.4GHz	Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit 1.5GHz
GPU	VideoCore IV 1080p@30	Video Core IV	Video Core IV	Video Core IV	VideoCore VI Dual 4K 2160p
RAM	512 MB	1 GB	512 MB	1 GB DDR2	8 GB LPDDR4
Connectivitat	2x USB 26-pins GPIO	4xUSB 40-pins GPIO	Micro OTG 40-pins GPIO	4x USB 2.0 40-pins GPIO	2x USB 3.0 2x USB 2.0 Ethernet 40-pins GPIO
WiFi/Bluetooth	No	No	Sí	Sí	Sí
Any	2012	2015	2018	2018	2020

Taula 2: Comparació models Raspberry Pi

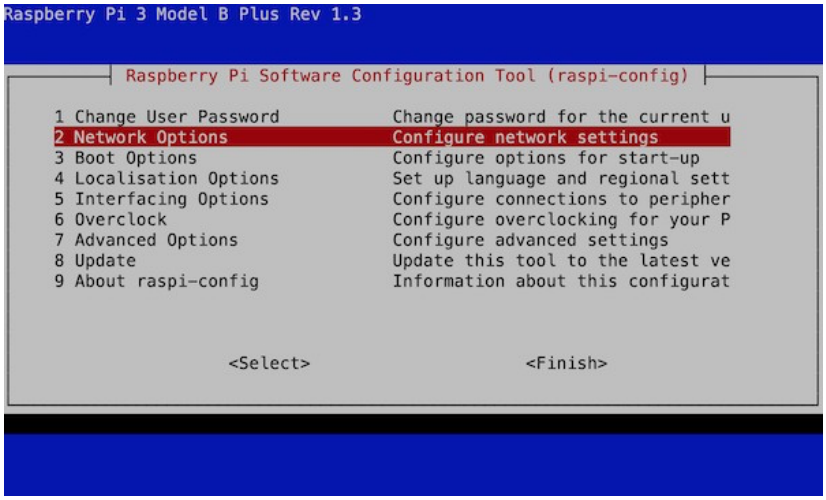
4.2 Sistema Operatiu

La distribució oficial de sistema operatiu per a la Raspberry Pi és el Raspberry Pi OS. És desenvolupat per l'equip de Raspberry Pi i és la base sobre la qual treballen per oferir noves característiques o funcionalitats compatibles amb la placa.

A nivell tècnic, Rapberry Pi OS és una distribució Linux basada en Debian. Està optimitzada per a funcionar amb processadors ARM i x-86 per aprofitar tot el potencial de la CPU.

Com a característiques principals, utilitza un escriptori PIXEL (Pi Improved X-Window Environment, Lightweight), que és una versió modificada de LXDE (Lightweight X11 Desktop Environment) optimitzada per a la Raspberry Pi.

Una altra característica diferenciadora amb altres distribucions és la funcionalitat `raspi-config`, aquesta permet configurar la distribució d'una manera molt intuïtiva en comptes de fer-ho per línia d'ordres.



Il·lustració 11: raspi-config per Raspberry Pi OS

Segons la versió que escollim disposarem de més o menys aplicacions des de la primera posada en marxa però, com a qualsevol altre distribució Debian, podrem instal·lar els paquets de programari necessaris. Existeixen tres versions que es poden descarregar des d'aquí. Les resumim breument:

- Raspberry Pi OS (32-bit) amb escriptori, programari bàsic i programari recomanat com Python, Scratch o Java.
- Raspberry Pi OS (32-bit) amb escriptori i programari bàsic.
- Raspberry Pi OS (32-bit) Lite, basada en Debian Buster, sense entorn gràfic.

La Raspberry Pi, gràcies a la seva arquitectura ARM permet instal·lar gairebé qualsevol sistema operatiu Linux compatible amb la plataforma i, fins i tot, hi ha versions optimitzades per a l'ús a la IoT. A continuació enumerem algunes d'elles [20]:

- Ubuntu Core. Dissenyada per aplicacions de la IoT. Realitza les actualitzacions de programari mitjançant el sistema *Snappy*. Aquest només descarrega les parts modificades dels paquets actualitzats, de manera similar a les aplicacions mòbils.
- Gentoo Linux. També està optimitzada per aplicacions de la IoT.
- Mozilla WebThings. És una versió que permet monitoritzar i controlar dispositius a través de la web.
- FreeBSD. Serveix tant per a servidors com per a ordinadors d'escriptori i la IoT amb un enfocament que posa èmfasi en la velocitat, estabilitat, seguretat i consistència.
- Windows 10 Core IoT. És una versió que suporta ARM i, per tant, es pot executar en una Raspberry Pi, no disposa d'escriptori.

Per tant, **la Raspberry Pi suporta una gran diversitat de sistemes operatius i fa que sigui un ordinador altament configurable i utilitzable en diferents entorns domèstics o empresarials, inclòs per a la IoT**.

4.3 Port GPIO

Un dels elements principals que disposa la Raspberry Pi és el connector General Purpose Input-Output (GPIO). Aquest port permet connexions que tant es poden emprar com entrades o sortides. Per tant, és la interfície entre la Raspberry Pi i el món exterior i ens serviran per llegir i enviar dades.

Originalment aquest port només tenia 26 pins però des de 2014 ja incorpora un port de 40 pins. Per tant, és important assegurar-nos de com estan organitzats els pins segons el model de Raspberry Pi que utilitzem. Existeix la comanda `pinout` que es pot executar des de la línia d'ordres que ens donarà tota la informació.

Aquest port és de gran utilitat si volem ampliar connectar dispositius externs a la Raspberry Pi i interactuar amb ells. Aquest serà el nostre objectiu en l'àmbit del TFG, connectar uns sensors meteorològics a través d'aquest port.

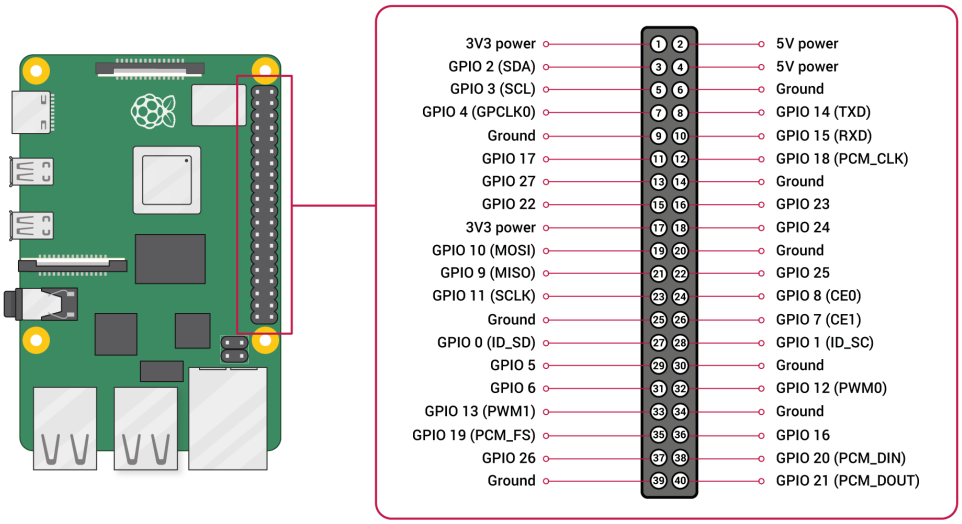
Dins de tot el conjunt de pins GPIO, els podem classificar segons [21]:

- Pins d'alimentació: dos pins de 5V (GPIO2 i GPIO4), dos pins de 3V3 (GPIO1 i GPIO17). Estan limitats a 50mA.
- Pins no connectar DNC (*Do Not Connect*): Són ports que no tenen funcionalitat, els trobarem marcats com terra (GND).

- GPIO normals: Són tots aquells ports que es poden emprar per a connectar dispositius externs.
- GPIO especials: Són ports especials destinats a altres funcions, com per exemple la transmissió (GPIO14) i la recepció (GPIO15) d'un port sèrie.

Important ressenyar que els pins no tenen cap classe de protecció i, per tant, tenir cura de connectar els elements als ports necessaris, sinó, la Raspberry Pi es podria espatllar.

Per acabar la secció mostrem una il·lustració on trobem un port GPIO de 40 pins i la funcionalitat de cada pin:

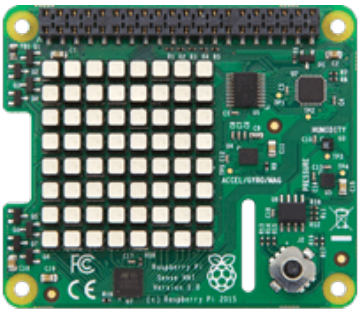


Il·lustració 12: Port GPIO

4.3.1 HATs & Protoboards

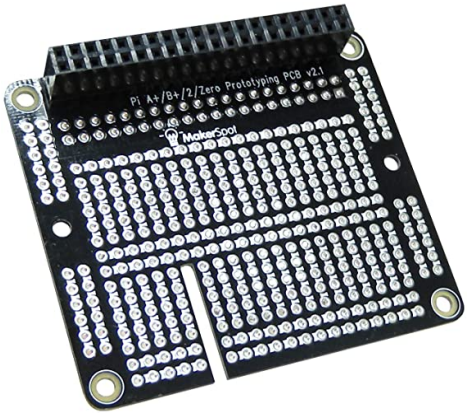
És important conèixer les possibilitats d'expansió que ens ofereix el port GPIO per tal d'augmentar les seves funcionalitats. Dos dels elements més habituals que podem utilitzar són:

- HATs (Hardware Attached on Top): Són unes plaques d'expansió compatibles amb les Raspberry Pi i que afegeixen funcionalitats addicionals i s'instal·len a la part superior. Per exemple trobem HATs per a la conversió d'àudio digital, plaques amb relés o d'altres amb sensors de pressió, humitat, temperatura o panells LED.

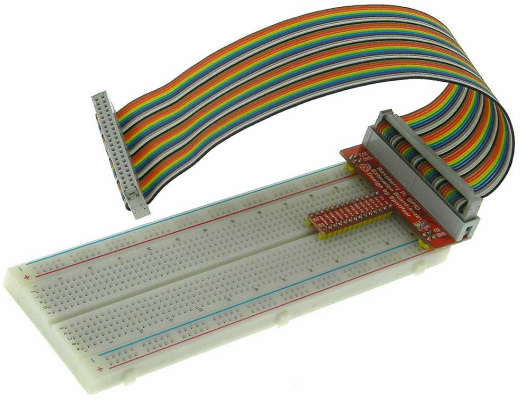


Il·lustració 13: Sense HAT Raspberry Pi

- Protoboards / Plates o plaques perforades: Serveixen per a muntar circuits electrònics de manera superficial. Les podem trobar directament connectades al port GPIO, com un HAT, o es poden muntar externament i connectar-se a la Raspberry mitjançant un cable.



Il·lustració 14: Placa de prototipatge 1



Il·lustració 15: Placa de prototipatge 2

4.4 Cas d'ús: TFG

Els casos d'ús d'una Raspberry Pi són variats segons l'objectiu a assolir i dels accessoris que tinguem a l'abast. Podem des de crear una consola de jocs fins a una estació meteorològica passant per la creació d'un robot amb diversos sensors.

És una eina que, gràcies a l'àmbit de codi obert, està en mans dels usuaris i el desenvolupament i creació de projectes evoluciona constantment. Internet és de gran ajuda per a trobar documentació i idees per al nostre projecte.

En l'àmbit empresarial, podem utilitzar-la com a servidor de fitxers, com a sistema de seguretat, com a servidor VPN o com a sistema de *Digital Signage*. Incorporant eines de BI per a l'anàlisi de les dades capturades, les organitzacions poden assolir un salt qualitatiu i quantitatiu als seus negocis gràcies, en part, al reduït cost de la Raspberry Pi.

En aquest TFG **utilitzarem la Raspberry Pi com a punt d'entrada de les dades** que recollirem dels sensors meteorològics connectats als ports GPIO **i**, alhora, **la utilitzarem de passarel·la IoT per transferir-les** a la plataforma de BI.

5. Desenvolupament del quadre de comandament

Aquesta secció és el punt de trobada dels conceptes analitzats anteriorment i els posarem en pràctica, creant el quadre de comandament amb dades meteorològiques com a part dels objectius d'aquest TFG.

Començarem detallant els materials i les eines emprades i acabarem detallant el codi emprat per a la connexió entre els sensors meteorològics i la Raspberry Pi així com la parametrització del quadre de comandament.

5.1 Eines emprades

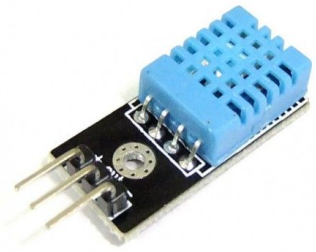
Per començar, a continuació es mostren els materials necessaris per a la realització del quadre de comandament, detallarem cadascun dels elements i explicarem el motiu i la funcionalitat.

5.1.1 Sensor DHT11

El sensor DHT11 és un sensor digital de temperatura i humitat relativa de l'aire. Aquest sensor disposa d'un processador intern que realitza el procés de mesurament, proporcionant el mesurament mitjançant un senyal digital [22].

Les seves característiques són:

- Mesurament temperatura: Entre 0 i 50ºC +/- 2ºC.
- Mesurament humitat: De 20 a 80% +/- 5%.
- Freqüència del mostreig: una mostra per segon.
- Tensió d'alimentació: De 3 a 5 Volts.
- Tensió màxima: 2,5 mA.



Il·lustració 16: Sensor DHT11

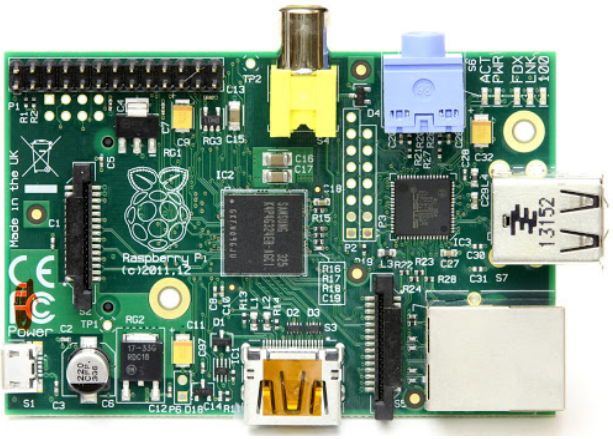
Aquest sensor té menys precisió que el DHT22, però el serà suficient per al desenvolupament d'aquest TFG.

5.1.2 Raspberry Pi

El model seleccionat en principi era la Raspberry Pi 4, Model B amb 8Gb de memòria RAM però degut als problemes que hem trobat a l'hora d'executar el codi, ens hem decantat per la Raspberry Pi Model B Revisió 2 que ens permetrà realitzar la captura de dades com estava planificat.

Les seves característiques completes són:

- Processador: Broadcom BCM2835, 700 Mhz.
- Memòria: 512MB.
- Port Ethernet 10/100.
- 2 ports USB 2.0.
- Port GPIO de 26 pins.
- 1 port HDMI amb una resolució fins a 1080p.
- Ranura per a targetes SD per carregar el sistema operatiu i emmagatzemar dades.
- 5V corrent continua a través de de connector micro-USB.

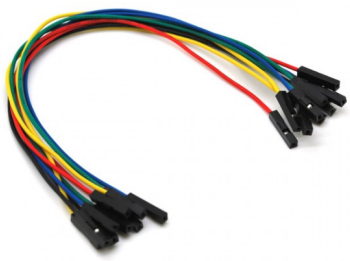


Il·lustració 17: Raspberry Pi Model B Rev. 2

5.1.3 Accessoris Raspberry Pi

També hem considerat necessari utilitzar alguns accessoris per a connectar el sensor DHT11 amb la RaspberryPi i poder interactuar amb els elements d'una manera àgil i còmode. Són opcionals, però ens ajudaran a manipular amb major comoditat el sensor.

Per accedir als ports GPIO i la connexió del sensor utilitzarem tres cables femella-femella:



Il·lustració 18: Cables Dupont femella-femella

Per a la instal·lació del sistema operatiu hem utilitzat una targeta de memòria SD de 8Gb. Com el nostre codi no ocuparà molt d'espai en disc i les dades s'enviaran a l'eina de BI no necessitem espai addicional d'emmagatzematge.

Il·lustració 19: Targeta memòria SD 8GB

Finalment, per a més comoditat d'accés, s'ha utilitzat un interruptor de corrent per encendre i apagar la Raspberry Pi perquè en les seves primeres versions l'apagada no es podia fer per mitjà del sistema operatiu i es quedava en suspensió:

Il·lustració 20: Interruptor d'engegada-apagada

5.1.4 Eina de BI

Per a la visualització de les dades capturades utilitzarem Microsoft Power BI, en la seva versió en línia i gratuïta.

En l'àmbit del TFG no ens farà falta utilitzar una versió de pagament, a més, la subscripció d'Office 365 proporcionada per la UOC inclou aquest producte.

L'objectiu és connectar-nos a les dades que captura la Raspberry Pi, transformar-les i visualitzar-les en un quadre de comandament. Ho farem mitjançant una connexió de conjunt de dades de transmissió en temps real / API.

5.2 Connexió d'elements

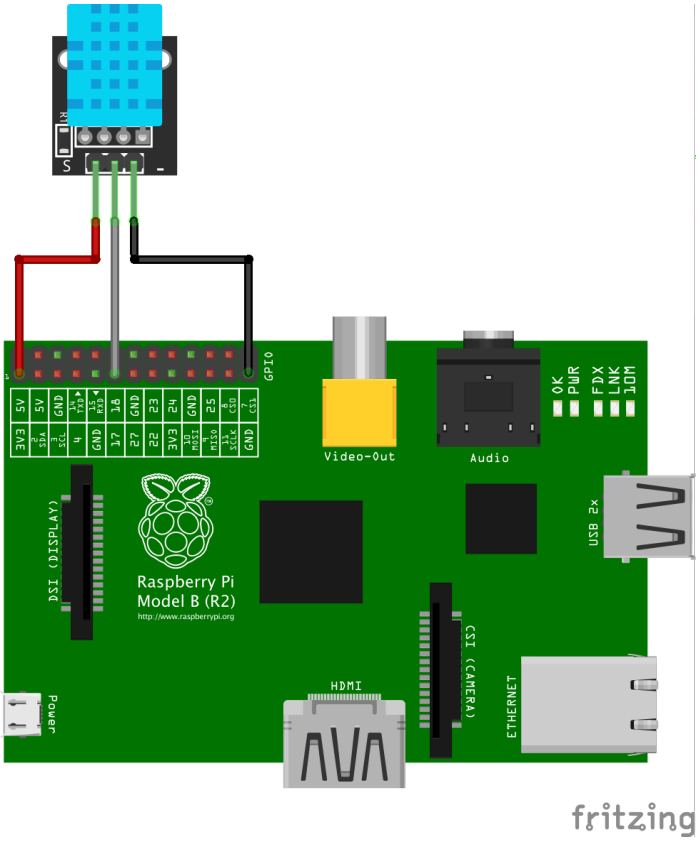
Començarem amb la connexió dels elements a la Raspberry Pi. Per a fer-ho hem utilitzat l'eina Fritzing, de codi obert, que ens permet disposar els elements necessaris en un diagrama de connexions.

Les connexions seran:

Sensor DHT11	Pin Raspberry Pi	Port GPIO
Pin 1 / +	1	3V3
Dades **Pin 2 / Out**	11	GPIO 17
Pin 3 / 1	25	GND

Taula 3: Esquema de connexions RPi - DHT11

A continuació mostrem com quedaria l'esquema de connexions:



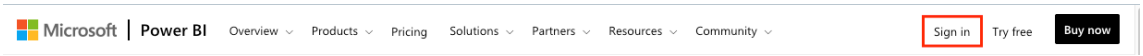
Il·lustració 21: Diagrama de connexions

Existeixen altres versions del sensor sense placa base que té 3 pins i és necessari connectar una resistència de 10KΩ entre els pins 1 i 2.

5.3 Preparació connexió de dades Power BI

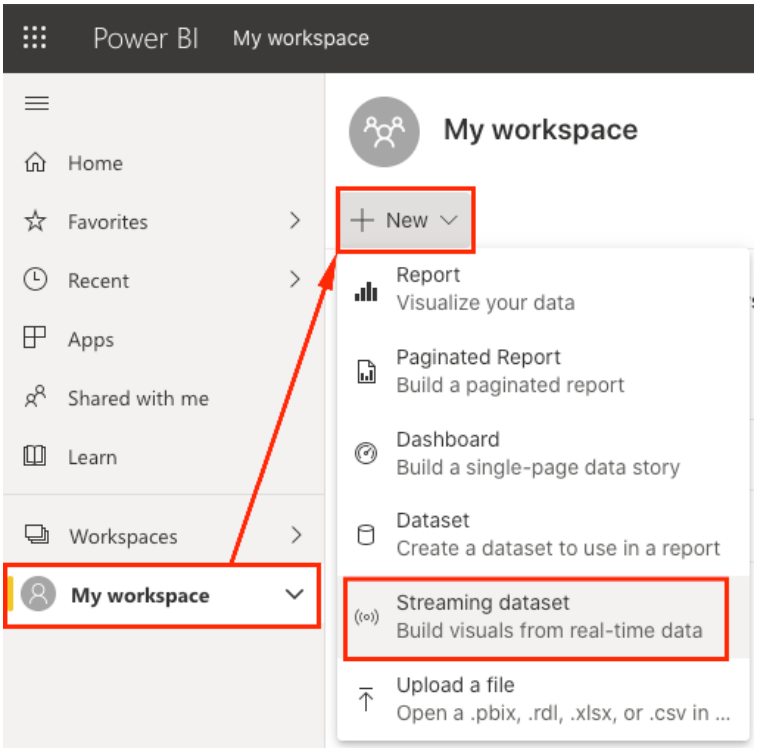
Passem a la preparació del conjunt de dades a Power BI. Per a fer-ho, seguirem aquests passos:

- Anirem a www.powerbi.com i farem inici de sessió (*Sign In*) amb el nostre compte de la UOC.



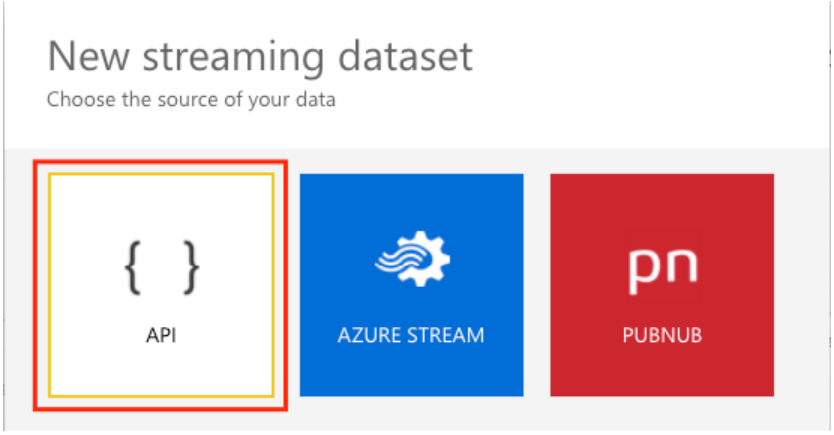
Il·lustració 22: Finestra d'inici de sessió PowerBi

- Des de l'espai de treball, farem clic a "Nou" i afegirem un *Conjunt de dades d'streaming* (en temps real).



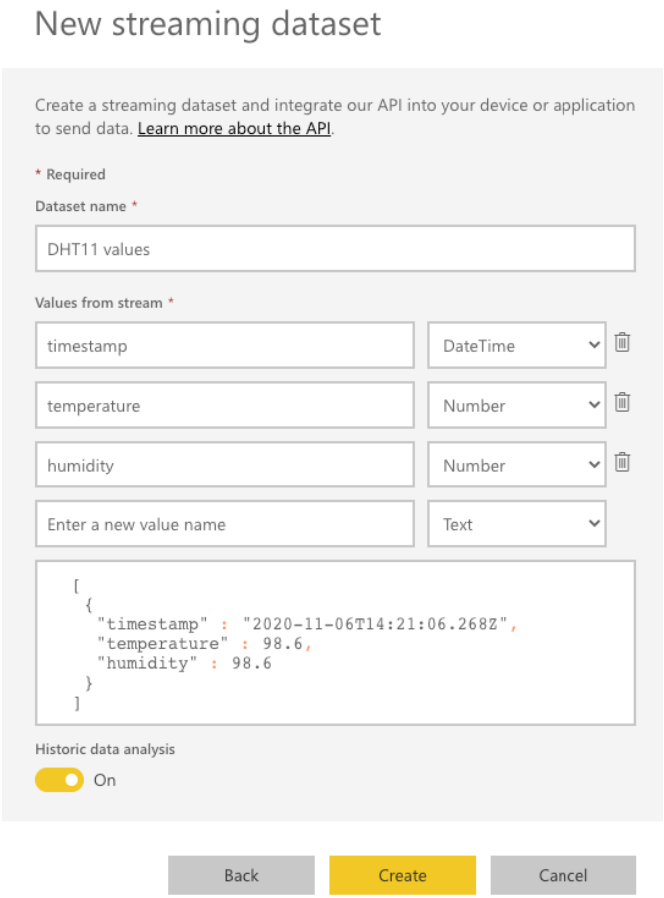
Il·lustració 23: Conjunt de dades de transmissió en temps real

- Seleccionarem API i clic a següent:



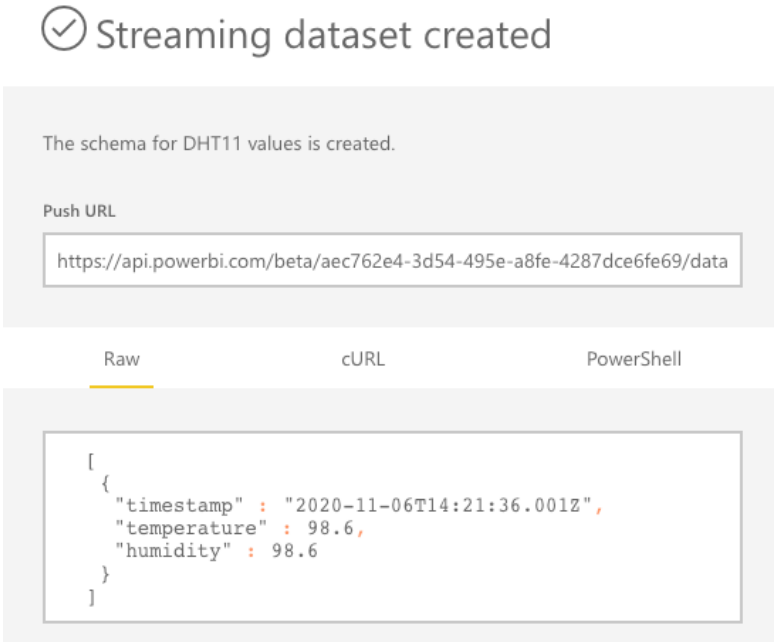
Il·lustració 24: Nou conjunt de dades - API

- Donarem un nom descriptiu del conjunt de dades (aquest nom haurà de coincidir amb la definició de variables que farem més endavant al desenvolupament de codi) i afegirem tres valors, segons els paràmetres del sensor DHT11, la temperatura, la humitat i el temps. Seleccionarem l'anàlisi de l'historial de dades:



Il·lustració 25: Creació del conjunt de dades

- Abans d'acceptar a la finestra final, ens interessa l'adreça URL que apareix perquè aquesta serà la configuració que ens farà falta per a connectar el sensor directament amb Power BI.



Il·lustració 26: Push URL

Amb aquests passos hem creat un conjunt de dades (*dataset*) que acceptarà dades de temperatura, humitat i temps per al seu posterior tractament. Ara ens quedarà executar el codi per a enviar-les.

5.4 Desenvolupament codi

El llenguatge de programació escollit és Python, ideal per a petits projectes que no requereixen massa complexitat. És un llenguatge de programació molt emprat per al desenvolupament de projectes per a la Raspberry Pi.

Per a desenvolupar el codi i treballar-lo hem utilitzat GitHub, una plataforma que permet allotjar el codi, treballar-lo i compartir-lo amb la comunitat. D'aquesta manera aconseguim fer el procés més entenedor.

Per a treballar amb el codi i pujar-lo a GitHub hem utilitzat Visual Studio Code.

El codi es troba allotjat a https://github.com/vga85/iot-bi-tfg/

S'han agafat diferents exemples de codi com a punt de partida per al desenvolupament a mida del nostre projecte [23] [24].

El sistema operatiu escollit per executar el codi a la Raspberry Pi ha estat el Raspberry Pi OS en la seva versió completa amb escriptori, programari bàsic i programari recomanat, publicat al mes d'agost de 2020 amb nom clau de compilació `buster`.

El codi es compon de dos *scripts* en Python on:

- `dht_cli.py` s'encarrega de visualitzar dades en local. El funcionament és senzill:
    - S'importen les llibreries necessàries.
    - Es selecciona el sensor a utilitzar, en el nostre cas el DHT11.
    - Indiquem on hem connectat el pin 2 del sensor a la Raspberry, en el nostre cas GPIO17.
    - Després s'utilitza la llibreria Adafruit_DHT per a llegir els valors d'humitat i temperatura i es mostren per pantalla sempre que hi hagi connexió.
    - Es fa una mesura cada 60 segons.

```
#import Adafruit Library
import Adafruit_DHT
import time

# We define the type of sensor. Change to DHT22 if you use this type of DHT-
sensor.
sensor = Adafruit_DHT.DHT11
#sensor = Adafruit_DHT.DHT22

# pin which reads the temperature and humidity from sensor GPIO port (OUT)
gpio = 17

while True:
    #Reading the sensor
    humidity, temperature = Adafruit_DHT.read(sensor, gpio)
    #if we get a reading value from the sensor
    if humidity is not None and temperature is not None:
    #printing the results on the screen
        print("Temp={0:0.1f}C  Humidity={1:0.1f}%".format(temperature,
humidity))
    else:
        print("Sensor failure. Check wiring.");
    #Receiving values every 60 seconds
    time.sleep(60);
```

Il·lustració 27: Codi dht_cli.py

- `dht_powerbi.py` s'encarrega d'enviar les dades a Power BI mitjançant una trucada REST. El funcionament és:
    - S'importen les llibreries necessàries.
    - Se selecciona el sensor a utilitzar, en el nostre cas el DHT11.
    - Indiquem on hem connectat el pin 2 del sensor a la Raspberry, en el nostre cas GPIO17.
    - Enviem les dades mitjançant una trucada REST API mitjançant l'adreça obtinguda a la secció 5.3.
    - Després s'utilitza la llibreria Adafruit_DHT per a llegir els valors d'humitat i temperatura.
    - S'afegeix el valor de la data i hora (*timestamp*).
    - Es crea la cadena de dades que s'enviaran a Power BI, *timestamp*, *temperature*, *humidity*.
    - S'obté la resposta a l'enviament de dades.
    - S'envien dades cada 15 segons.
    - Es capturen els errors.

```
# Importing needing libraries
import urllib3, time
from datetime import datetime
import Adafruit_DHT

# We define the type of sensor. Change to DHT22 if you use this type of DHT-sensor.
sensor = Adafruit_DHT.DHT11
#sensor = Adafruit_DHT.DHT22

# pin which reads the temperature and humidity from sensor GPIO port (OUT)
gpio = 17

# REST API endpoint, given to you when you create an API streaming dataset
# Will be of the format: https://api.powerbi.com/beta/<tenant id>/datasets/< dataset
id>/rows?key=<key id>
REST_API_URL = ' Enllaç obtingut al punt 5.3 '

# Gather temperature and sensor data and push to Power BI REST API
while True:
    try:
        # read and print humidity and temperature values from sensor
        humidity,temperature = Adafruit_DHT.read_retry(sensor, gpio)
        #print ("Temp={0:0.1f}*C Humidity={1:0.1f}%".format(temperature, humidity))

        # ensure that timestamp string is formatted properly
```

```
        now = datetime.strftime(datetime.now(), "%Y-%m-%dT%H:%M:%S%Z")


        # data that we're sending to Power BI REST API
        data = '[{{ "timestamp": "{0}", "temperature": {1:0.1f}, "humidity": {2:0.1f}
}}]'.format(now, temperature, humidity)
        print (data)
        # make HTTP POST request to Power BI REST API
        http = urllib3.PoolManager()
        req = http.request('POST',REST_API_URL, body=data, headers={'Content-
Type':'text/html'})
        response = req.read()
        print("POST request to Power BI with data:{0}".format(data))
        print("Response: HTTP {0} {1}\n".format(response, response))


        time.sleep(15)


        #Capture exceptions
    except urllib3.exceptions.HTTPError as e:
        print("HTTP Error: {0} - {1}".format(e.code, e.reason))
    except urllib3.exceptions.RequestError as e:
        print("Request Error: {0}".format(e.reason))
    except Exception as e:
        print("General Exception: {0}".format(e))
```

Il·lustració 28: Codi dht_powerbi.py

5.5 Execució del codi

Abans de començar amb l'execució del codi ens haurem d'assegurar que la Raspberry Pi disposi d'una sèrie de paquets que ens permetran interactuar amb els sensors:

Els instal·larem amb `sudo apt-get install` *`nom_del_paquet`*

- `build-essential` Inclou compiladors de codi GCC/g++, llibreries i d'altres utilitats.
- `python-dev` Inclou les llibreries necessàries per executar aplicacions creades amb Python.
- `git` Inclou els paquets necessaris per poder descarregar i treballar amb repositoris de codi.

Com hem escollit una versió completa, aquests paquets ja venen instal·lats per defecte.

Per finalitzar, necessitarem la llibreria Adafruit, instal·lar-la per obtenir les dades del sensor:

```
git clone
https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT.git && cd
Adafruit_Python_DHT && sudo python setup.py install
```

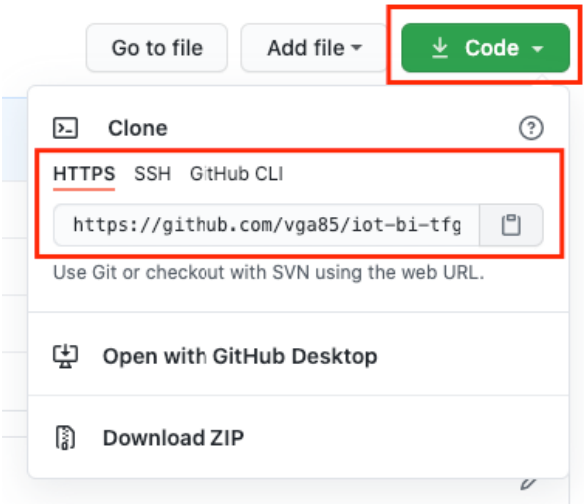
Un cop tenim el programari preparat, passem a comprovar el seu funcionament en l'entorn local.

5.5.1 Mostra dades en local

Amb tots els paquets necessaris ja només queda connectar el nostre sensor i executar el programari `dht_cli.py` per comprovar que s'estan capturant dades.

Per a fer-ho, haurem de descarregar-nos el repositori de GitHub a la Raspberry Pi i executar l'*script*. Els passos a seguir són:

- Des del repositori https://github.com/vga85/iot-bi-tfg/ fem clic a "Code" i copiem l'enllaç HTTPS que ens apareix:



Il·lustració 29: Git Clone GitHub

- Des de la Raspberry Pi crearem una carpeta i ens descarregarem el repositori de GitHub i comprovarem que els fitxers s'han descarregat:

```
git clone https://github.com/vga85/iot-bi-tfg.git
```

```
pi@rpi4:~ $ mkdir tfg
pi@rpi4:~ $ cd tfg
pi@rpi4:~/tfg $ git clone https://github.com/vga85/iot-bi-tfg.git
Cloning into 'iot-bi-tfg'...
remote: Enumerating objects: 10, done.
remote: Counting objects: 100% (10/10), done.
remote: Compressing objects: 100% (9/9), done.
remote: Total 10 (delta 0), reused 5 (delta 0), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (10/10), done.
pi@rpi4:~/tfg $ cd iot-bi-tfg/
pi@rpi4:~/tfg/iot-bi-tfg $ ls -la
total 60
drwxr-xr-x 3 pi pi  4096 Nov  6 10:57 .
drwxr-xr-x 3 pi pi  4096 Nov  6 10:57 ..
-rw-r--r-- 1 pi pi  1758 Nov  6 10:57 dht_cli.py
-rw-r--r-- 1 pi pi  2168 Nov  6 10:57 dht_powerbi.py
drwxr-xr-x 8 pi pi  4096 Nov  6 10:57 .git
-rw-r--r-- 1 pi pi 35149 Nov  6 10:57 LICENSE
-rw-r--r-- 1 pi pi   766 Nov  6 10:57 README.md
```

Il·lustració 30: Descàrrega repositori a la Raspberry Pi

- Finalment, executem l'*script* `dht_cli.py` i comprovem com es capturen dades:

```
sudo python dht_cli.py
```

```
pi@raspberrypi:~/tfg/iot-bi-tfg $ sudo python dht_cli.py
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Temp=25.0C  Humidity=62.0%
Temp=25.0C  Humidity=62.0%
Temp=24.0C  Humidity=62.0%
Sensor failure. Check wiring.
Sensor failure. Check wiring.
Temp=25.0C  Humidity=62.0%
```

Il·lustració 31: Script funcionant en entorn local

A causa de la sensibilitat del sensor que no permet realitzar precises, s'ha modificat per capturar dades cada segon i poder mostrar el resultat.

5.6 Connexió i parametrització

Finalment, ens queda executar l'script `dht_powerby.py` i configurar el quadre de comandament a Power BI.

Abans comprovarem que s'estan generant dades executant l'*script*:

```
pi@raspberrypi:~/tfg/iot-bi-tfg $ sudo python dht_powerbi.py
[{ "timestamp": "2020-11-07T15:23:42", "temperature": 24.0, "humidity": 63.0 }]
POST request to Power BI with data:[{ "timestamp": "2020-11-07T15:23:42", "temperature": 24.0, "humidity": 63.0 }]
Response: HTTP

[{ "timestamp": "2020-11-07T15:23:59", "temperature": 24.0, "humidity": 63.0 }]
POST request to Power BI with data:[{ "timestamp": "2020-11-07T15:23:59", "temperature": 24.0, "humidity": 63.0 }]
Response: HTTP
```

Il·lustració 32: Script dht_powerby.py enviant dades

Un cop confirmat que s'estan mostrant dades, podem deixar l'*script* executant en segon pla afegint el caràcter & al final de la comanda:

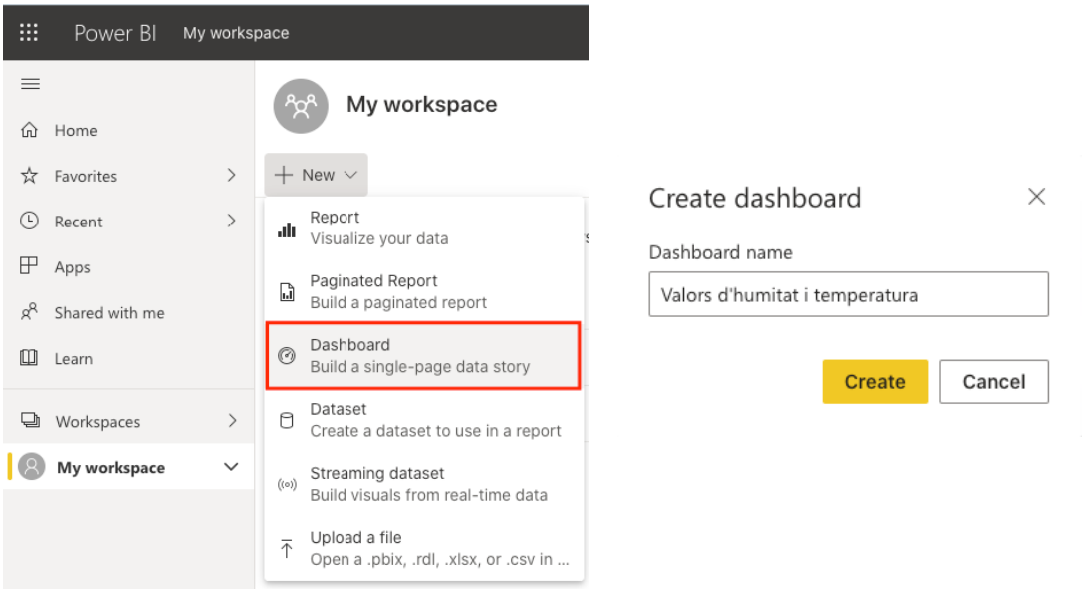
```
pi@raspberrypi:~/tfg/iot-bi-tfg $ sudo python dht_powerbi.py &
[1] 940
```

Il·lustració 33: Execució dht_powerbi.py en segon pla

5.6.1 Connexió a Power BI

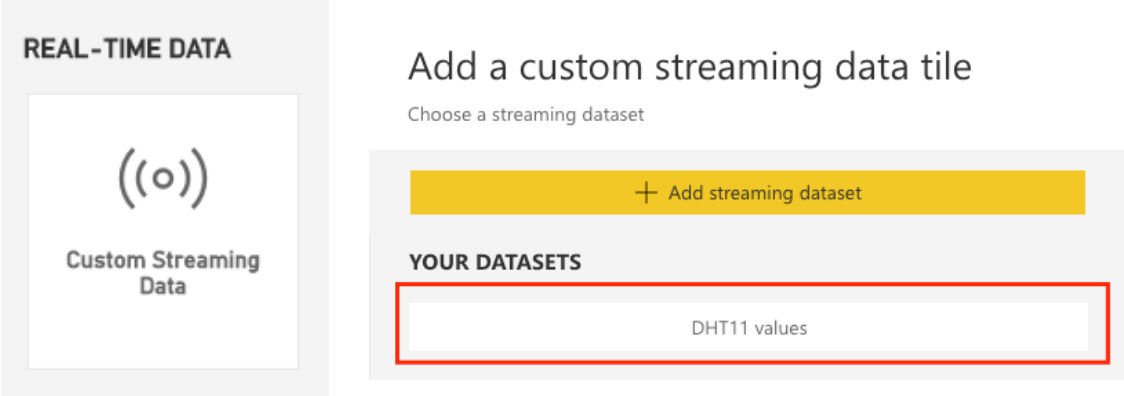
A continuació es mostren el passos per mostrar les dades i configurar el quadre de comandament a Power BI. Aquests són:

- Anirem a tauler de treball i crearem un nou quadre de comandament i li donarem un nom:



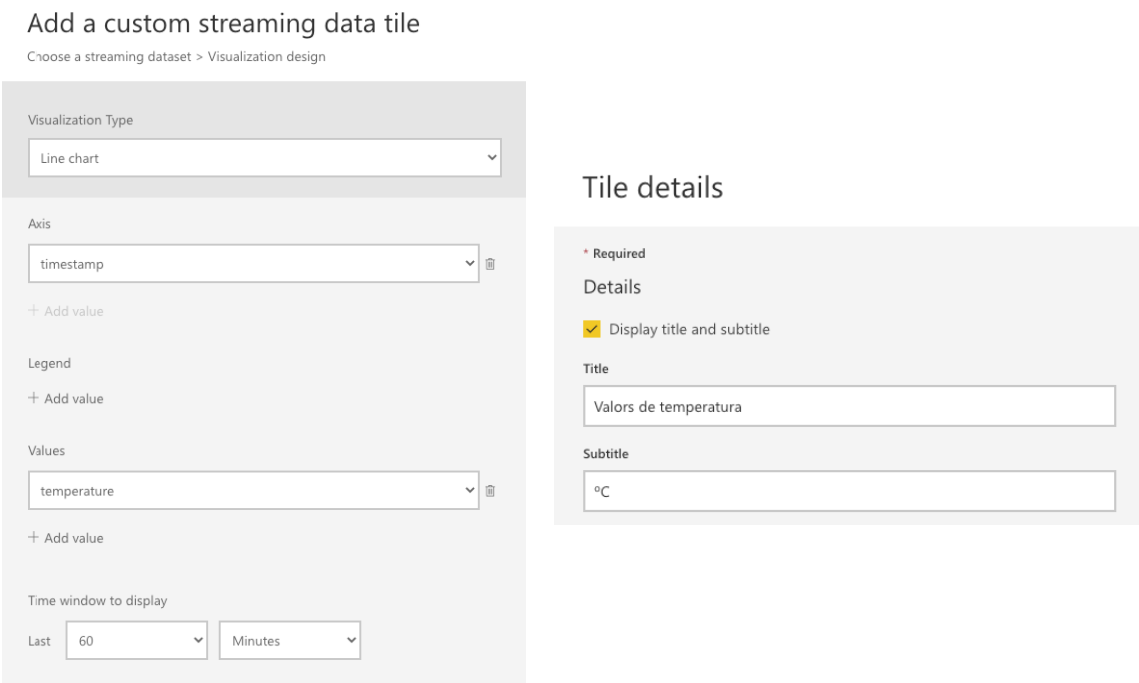
Il·lustració 34: Creació nou quadre de comandament

- Seguidament afegirem les panells necessaris per a mostrar les dades capturades, seleccionarem valors en temps real i la mostra de dades (*DHT values*) que vàrem configurar en la secció 5.3:



Il·lustració 35: Afegir panells al quadre de comandament

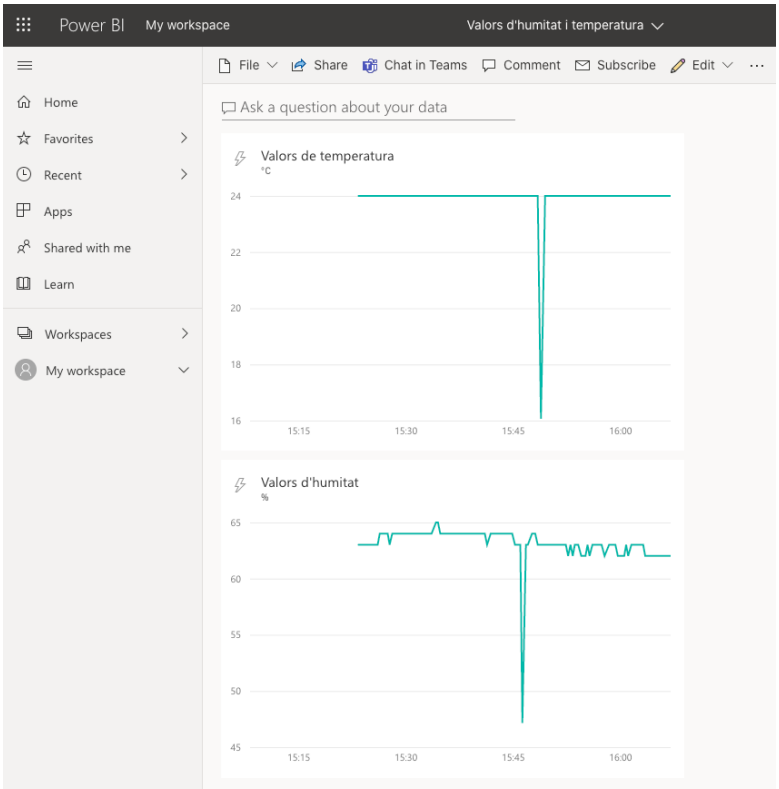
- Seleccionarem el tipus de gràfic que desitgem. Pot ser un diagrama de barres (horitzontal o vertical), línia continuada, targeta amb el valor o gràfic de velocitat (*Gauge*). En el nostre cas seleccionarem el gràfic de línies que ens permetrà mostrar el temps a l'eix X i els valors de temperatura a l'eix Y.



Il·lustració 36: Creació panell de temperatura

- Farem el mateix amb els valors d'humitat.

El resultat d'afegir els valors d'humitat i temperatura seria el següent:



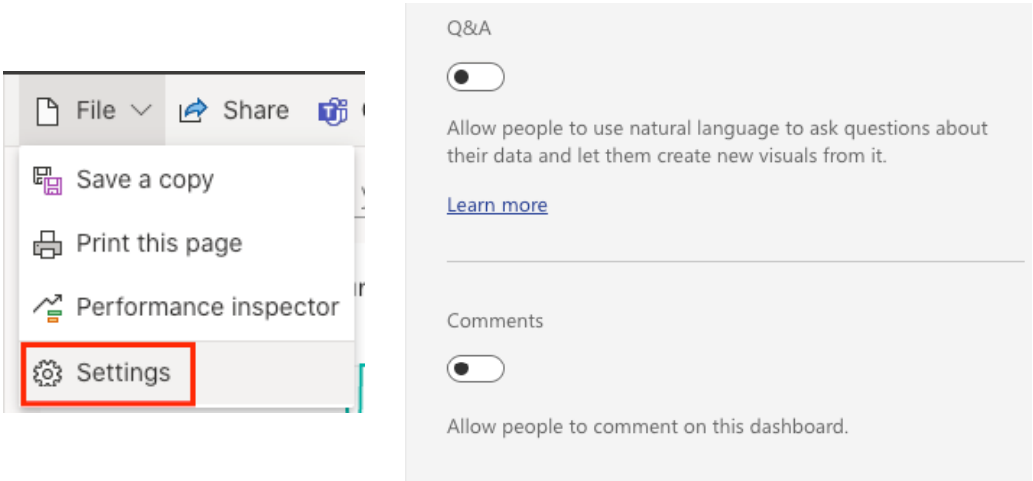
Il·lustració 37: Quadre de comandament humitat / temperatura

5.6.2 Parametrització del quadre de comandament

Per acabar la secció ens quedarà configurar el quadre de comandament per disposar la informació d'una forma útil per a les persones que el consultaran.

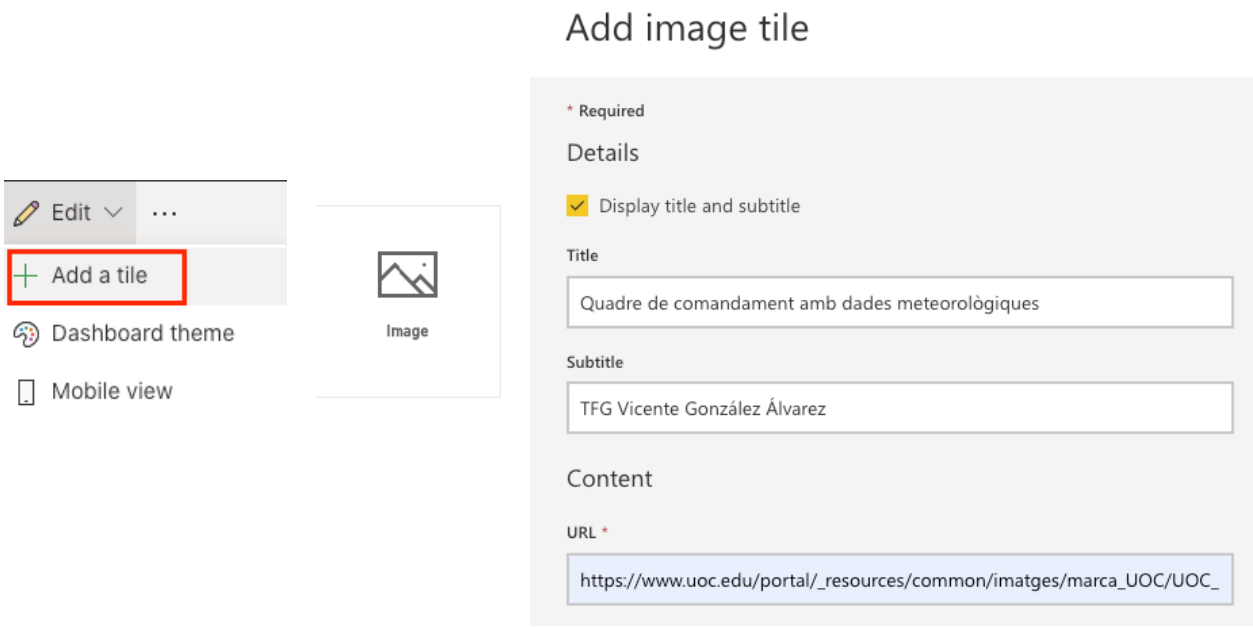
Per tant, afegirem nous quadres de comandament, activarem o desactivarem funcionalitats, personalitzarem els colors i crearem una vista per a dispositius mòbils.

Comencem desactivant els comentaris i les funcions de preguntes i resposta que no són necessàries per a aquest entorn:



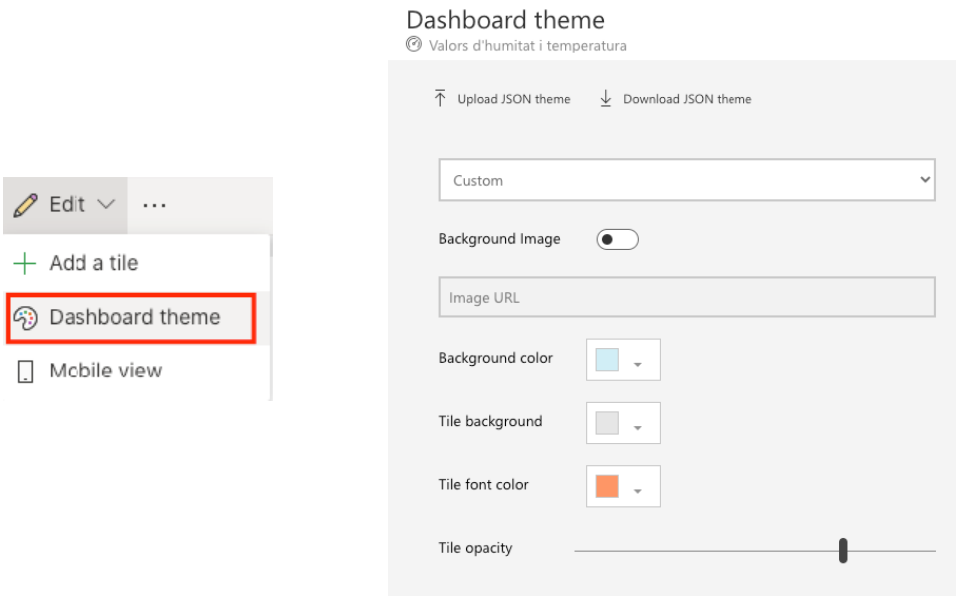
Il·lustració 38: Desactivació funcions quadre de comandament

Seguidament afegirem una imatge de la UOC i canviarem els colors de fons, per a fer-ho, farem clic a Editar i afegirem una nova imatge:



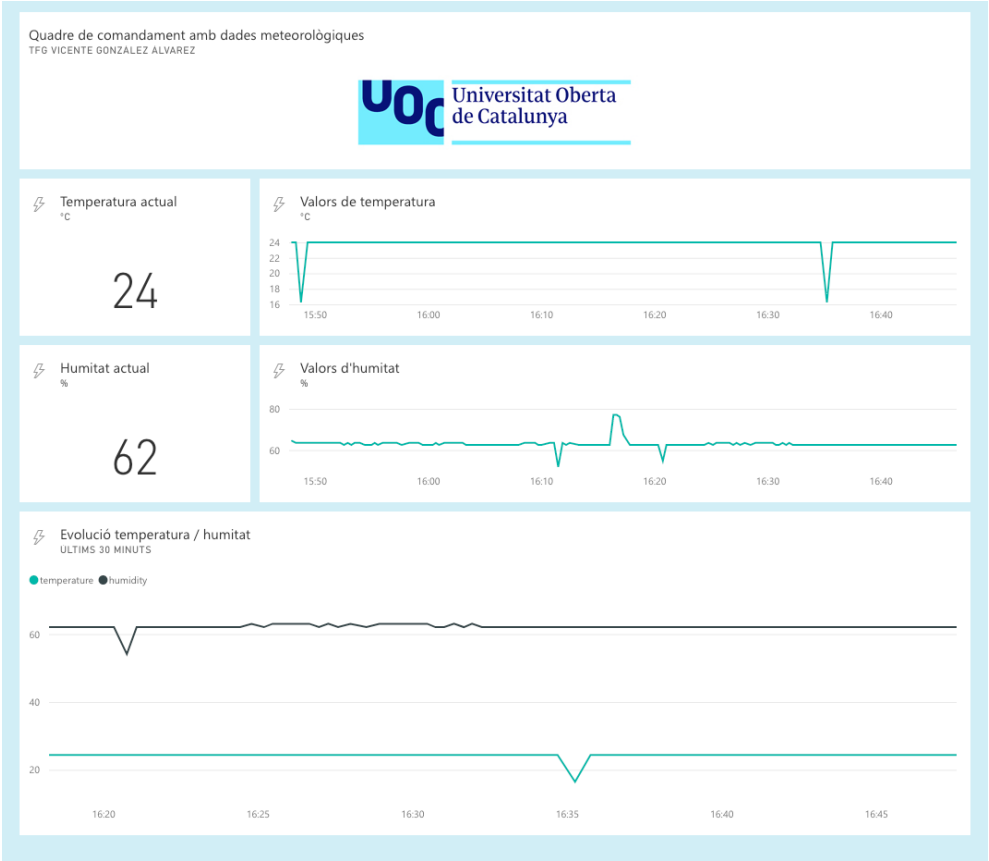
Il·lustració 39: Afegir imatge al quadre de comandament

Modifiquem els colors del quadre de comandament des d'Editar, tema i seleccionem personalitzat:



Il·lustració 40: Canvi colors quadre de comandament

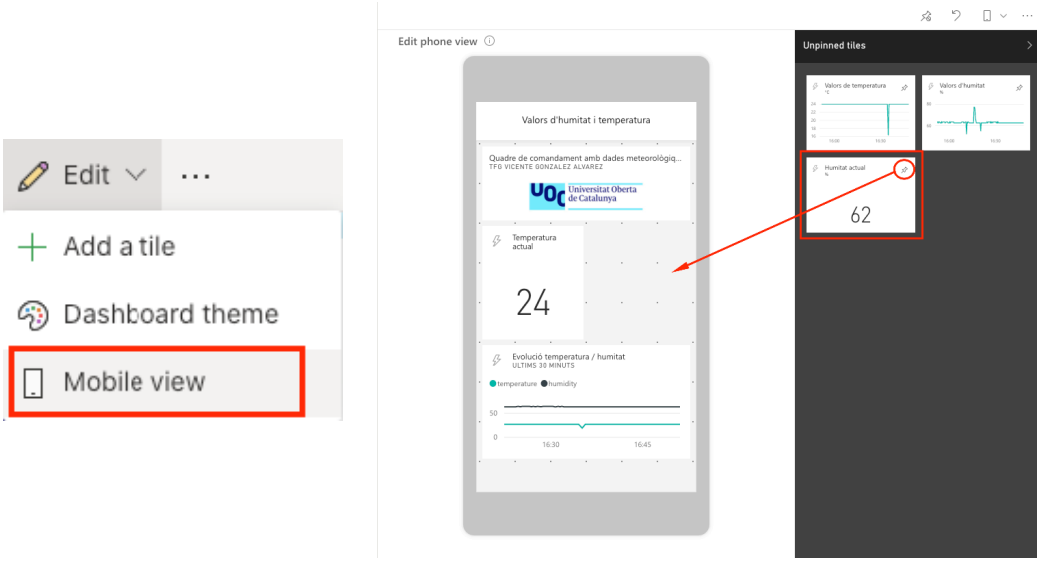
Aquest seria el resultat final després de realitzar les modificacions anteriors:



Il·lustració 41: Quadre de comandament definitiu - versió d'escriptori

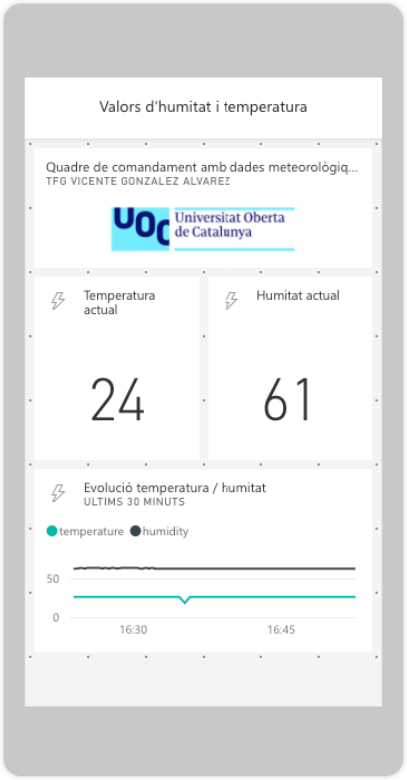
Per acabar, farem un quadre de comandament per a dispositius mòbils. Recordem que un dels avantatges de les eines BI és poder consultar les dades en qualsevol moment i des de qualsevol dispositiu.

Farem clic a Editar, Vista mòbil i afegirem els panells des del quadre de la dreta i els dimensionarem segons el format mòbil:



Il·lustració 42: Creació vista mòbil

El resultat final d'aquesta vista mòbil seria:



Il·lustració 43: Quadre de comandament definitiu - versió mòbil

5.7 Reptes

En aquesta secció detallarem aquells imprevistos o reptes que ens hem trobat durant la realització d'aquesta part pràctica del TFG segons si el seu origen està relacionat amb la captura de dades o l'eina de BI :

- Respecte a la captura de dades des de la Raspberry Pi:
    - A l'hora de posar en marxa el sensor DHT11 amb el codi desenvolupat a la Raspberry Pi 4, han aparegut problemes d'execució i compatibilitat. Segons s'ha pogut investigar sembla estar relacionat amb el tipus de processador d'aquest model de Raspberry Pi que fa que alguns sensors que anteriorment funcionaven no ho facin amb aquesta versió:

```
pi@rpi4:~/tfg/iot-bi-tfg $ sudo python dht_cli.py
Traceback (most recent call last):
  File "dht_cli.py", line 24, in <module>
    humidity, temperature = Adafruit_DHT.read(sensor, gpio)
  File "build/bdist.linux-armv7l/egg/Adafruit_DHT/common.py", line 81, in read
  File "build/bdist.linux-armv7l/egg/Adafruit_DHT/Beaglebone_Black.py", line 202
, in read
  File "/usr/lib/python2.7/re.py", line 141, in match
    return _compile(pattern, flags).match(string)
TypeError: expected string or buffer
```

Il·lustració 44: Errors de compilació RPi 4

    - Al disposar d'una Raspberry Pi Model B Rev. 2 s'ha confirmat que tant el sensor com el codi desenvolupat funcionaven correctament.

  Per tant, hem aconseguit capturar les dades i enviar-les a Power BI pel seu posterior tractament, tal com estava planificat.

- Respecte a la plataforma de BI:
    - Es volia fer ús de la versió d'escriptori de Power BI, però l'enviament de dades en temps real no estava disponible. Com la versió en línia si disposava d'aquesta característica, s'ha decidit utilitzar-la per aconseguir posar en funcionament el quadre de comandament.
    - A l'hora de compartir el quadre de comandament tal com estava previst s'ha confirmat que amb la versió de Power BI gratuïta no era possible. Per tant, a la secció 5.6 hem documentat tota la informació sobre la configuració i parametrització del quadre de comandament.
    - Inicialment es volia fer ús de l'històric de dades capturades a l'eina de BI per a una anàlisi més detallat però, el tipus de magatzem de dades escollit, en temps real, només permet disposar de dades durant els darrers 60 minuts. Per a aconseguir disposar d'un històric de dades hauríem d'haver utilitzat una la versió Pro de Power BI. A continuació posem

una comparativa sobre el tipus de dades que permet emmagatzemar Power BI segons el mètode d'enviament de dades escollit [25]:

Funcionalitat	Push	En temps real
Les icones del panell s'actualitzen en temps real a mesura les dades són capturades	Sí	Sí
Dades emmagatzemades permanentment a Power BI	Sí	No
Crear informes basats en dades	Sí	No
Velocitat màxima de captura de dades	1 sol·licitud per segon. 16 MB per sol·licitud	5 sol·licituds per segon. 15 KB per sol·licitud

Taula 4: Comparativa conjunt de dades Power BI

6. Conclusions

Personalment, aquest TFG m'ha servit per a posar en pràctica les metodologies de treball, les competències i els conceptes que he anat adquirint al llarg del Grau d'Enginyeria Informàtica en la menció de Sistemes d'Informació.

En l'àmbit del TFG, aquest ens ha permès conèixer dues tecnologies clau en la transformació digital: el Business Intelligence i la Internet de les Coses.

Des de l'àmbit teòric hem aprofundit en el seu funcionament, els avantatges o reptes de cadascuna i quins productes o tecnologies podem trobar al mercat.

Des de l'àmbit pràctic hem combinat aquests dos conceptes amb una Raspberry Pi i un sensor meteorològic per a demostrar que la intel·ligència de negoci és accessible per a tota mena de negoci.

El resultat final, un quadre de comandament amb dades meteorològiques, vol posar en relleu la facilitat d'ús de les eines de BI que existeixen al mercat i com amb una configuració senzilla, es pot començar a interpretar dades en un espai de temps reduït.

Per tant, **si es defineixen els objectius amb claredat i es disposen de les eines adequades, un negoci pot començar a tractar i interpretar dades amb certa rapidesa** i podrà estar en disposició d'aconseguir un avantatge competitiva.

Evidentment, dependrà de la complexitat del negoci la facilitat d'obtenir aquests avantatges més ràpidament. El que és segur que amb **una bona identificació de les dades, una bona selecció d'eina de BI i una bona planificació en el tractament i configuració es poden assolir bons resultats**.

Els **objectius** plantejats inicialment **s'han assolit satisfactòriament**. S'ha presentat un quadre de comandament funcional amb una eina de BI gràcies a la captura i tractament de dades des d'una Raspberry Pi.

Tot i això, considerem rellevant destacar dos canvis importants segons la idea inicial que hi havia per al projecte:

- Incorporar la IoT a la idea inicial d'explicar només el BI. Per donar de context teòric a la part pràctica s'ha considerat que no es podia explicar ni entendre un quadre de comandament que obtenia dades d'un dispositiu de la IoT sense entrar en detall en aquesta tecnologia.
- Adaptar les funcionalitats i parametrització del quadre de comandament a les característiques ofertes pel producte escollit. Inicialment existia la idea que podríem capturar les dades, disposar d'un històric i poder disposar de més informació per a tractar i comprendre les necessitats de negoci, però la versió escollida de l'eina de BI i la configuració del sensor meteorològic només permet capturar dades en temps real.

A conseqüència d'aquests canvis sobre els objectius, **la planificació de treball s'ha vist lleugerament modificada**.

D'una banda s'ha afegit l'explicació de la IoT i tot el que comporta dins de la transformació digital, entrant al mateix nivell de detall que el BI per a donar de valor tota la part pràctica realitzada amb un sensor meteorològic connectat a una passarel·la de IoT com és la Raspberry Pi.

D'altra banda, s'ha reduït el temps destinat a la parametrització i eliminat la interpretació del quadre de comandament per no disposar d'unes dades històriques que les posessin en context per a la utilització sobre un negoci.

Per tant, **s'han adaptat les tasques per a cadascun dels lliurables gràcies a la retroalimentació continuada de cadascuna d'elles**. Afortunadament la recerca i planificació de la primera i segona PAC ens ha deixat un marge suficient per a treballar en els detalls de la memòria final i presentació durant la tercera PAC i el lliurament final.

Finalment, per concloure aquest TFG m'agradaria explicar les **línies de treball futur** que considero que s'haurien d'explorar si es vol ampliar i millorar aquest treball:

- Dissenyar i realitzar la captura de dades amb un *data warehouse* per tal d'obtenir un origen de dades més ampli i disposar de dades històriques per a una anàlisi en detall en l'eina de BI. Per aquesta tasca es requereixen uns coneixements avançats de disseny de bases de dades.
- Analitzar si l'analítica augmentada (IA i ML) es converteixen en tecnologies importants dins de les eines de BI i com aquestes canvien la forma d'oferir avantatges competitius als negoci.
- Analitzar com evoluciona la IoT i si els problemes de seguretat que existeixen es minimitzen permetent que aquesta tecnologia es converteixi com un origen de dades vàlid en l'àmbit empresarial.
- Disposar d'una versió completa del programari de BI que ens permeti disposar de totes les funcionalitats necessàries per a la captura i interpretació de dades històriques. Una anàlisi més detallada de les eines de BI ajudaria a assolir-ho.

7. Glossari

BI: Business Intelligence. Intel·ligència de negoci.

IoT: Internet of Things. Internet de les coses.

Big Data. Dades massives.

Cloud Computing. Computació al núvol.

IA: Intel·ligència Artificial.

PMBOK: Project Management Body of Knowledge. Guía dels fonaments per a la gestió de projectes.

Dashboard. Quadre de comandament.

Diagrama de Gantt. Gràfic de barres horitzontals ordenades per activitats a realitzar en un projecte.

Raspberry Pi OS. Sistema Operatiu per als models de Raspberry Pi.

KPI: Key Performance Indicator. Indicadors claus de rendiment

OLAP: Online Analytical Processing. Processament analític en línia.

Mobile BI. BI mòbil.

OI: Operational Intelligence. Intel·ligència operativa o BI operativa.

SaaS: Software as a Service. Programari com a servei.

OSBI: Open Source BI. BI de codi lliure.

LI: Location Intelligence. Intel·ligència de localització.

BBDD: Bases de dades.

Data currency. Moneda de la dada, és el valor monetari assignat a les dades per identificar la seva importància financera per a una organització.

ETL: Extract, Transform and Load. Extracció, transformació i càrrega.

ELT: Extract, Load and Transform. Extracció, càrrega i transformació.

ODS: Operational Data Store. Magatzem de dades operacionals.

Data warehouse: Magatzem de dades.

Data marts: Magatzem de dades orientat a una àrea especifica del negoci.

Data lake. Llac de dades: és un entorn de dades compartides amb el seu format original que compren diferents repositoris.

Magic Quadrant. Quadre màgic emprat per Gartner per il·lustrar la situació i tendències d'un mercat concret.

ABI: Analytics and Bussiness Intelligence. Plataformes modernes d'anàlisi i intel·ligència empresarial.

Docker. Sistema de codi lliure per a l'automatització de desplegaments, ajustaments d'escalabilitat i gestió d'aplicacions.

Kubernetes. Sistema de codi lliure per a l'automatització de desplegaments, ajustaments d'escalabilitat i gestió d'aplicacions.

Machine Learning. Aprenentatge automàtic.

Bot. Robot.

Chatbot. Tecnologia que permet a l'usuari mantenir una conversació amb un programari informàtic.

AWS: Amazon Web Services. Plataforma al núvol que ofereix serveis de computació.

Partner. Soci.

API: Application Programming Interface. Interfície de Programació d'Aplicacions.

NLP: Natural Language processing. Processament del llenguatge natural.

Ciència de dades. És un camp interdisciplinari que implica mètodes científics, processos per extreure coneixement.

Blockchain. Cadena de blocs units mitjançant criptografia.

SGBD: Sistema General de Bases de dades.

ROI: Return of Inversion. Retorn de la inversió.

UIDs: Unique Identifiers. Identificadors únics.

Botnets. Xarxes de bots.

DDoS. Distributed Denial of Service. Atac de denegació de servei.

Ciberatac. Atac informàtic.

Spam. Correu no desitjat.

Pishing. Mètode no legítim per obtenir usuaris i/o contrasenyes.

DNSSEC: Domain Name System Security Extensions. Extensió de seguretat DNS.

Ransomware. És un programa maliciós que infecta el dispositiu i mostra un missatge exigint el pagament d'un rescat.

Shadow. Ombra. Vulnerabilitat de seguretat dels dispositius IoT.

Z-Wave. Protocol per a la comunicació d'elements domòtics.

Wearable. Dispositiu electrònic que s'integren en alguna part del cos i que permet interactuar.

LTE: Long Term Evolution. Estàndard de comunicacions mòbils desenvolupat per la 3GPP.

ARM: Advanced RISC Machine. És un tipus de processador dissenyat per ser eficient, acceptant només instruccions que es puguin assolir en un únic cicle de memòria.

GPU: Graphics Processing Unit. És un processador dedicat al processament de gràfics.

GPIO: General Purpose Input-Output. Port d'entrada/sortida de propòsit general.

SD: Secure Digital. És un tipus de targeta de memòria utilitzada per emmagatzemar dades.

SBC: Single Board Computer. Ordinador de placa única/simple.

OS: Operating System. Sistema Operatiu.

Python. Llenguatge de programació.

Scratch. Llenguatge de programació visual.

Java. Tecnologia per al desenvolupament d'aplicacions

Plate. Placa perforada per a connexions

HAT: Hardware Attached on Top. Placa d'expansió per als ports GPIO.

LED: Light-Emitting Diode. Díode emissor de llum.

VPN: Virtual Private Network. Tecnologia per a connectar dispositius a una xarxa privada utilitzant Internet.

Digital Signage. Senyalització digital, utilitzada per emetre continguts digitals a través de pantalles.

Ethernet. Estàndard de xarxes d'àrea local per a ordinadors.

IEEE: Institute of Electrical and Electroncis Engineers. Associació professional d'enginyeria electrònica i elèctrica (i disciplines associades).

HDMI: High-Definition Multimedia Interface. Interfície multimèdia d'alta definició.

Protoboard. Placa amb orificis que es troben connectats elèctricament internament.

Cable dupont. És un cable amb un connector a cada extrem (mascle o femella) que s'utilitza per interconnectar elements a una *protoboard*.

Streaming. En temps real. Tecnologia que permet enviar i rebre dades en un flux continuat a través d'una xarxa.

URL: Uniform Resource Locator. Adreça que apunta a recursos que poden ser variables en el temps.

Script. Seqüència de comandes escrites en un llenguatge de programació.

Adafruit. Plataforma per aplicacions IoT compatible amb Raspberry Pi.

REST: Representational State Transfer. Interfície per a connectar sistemes basats en el protocol HTTP que serveix per obtenir dades.

8. Bibliografia

[1]. Rodríguez, J.R.. "La gestió de projectes. Conceptes bàsics" [en línia] *Universitat Oberta de Catalunya* [Data de consulta: 30 de setembre de 2020] <http://cvapp.uoc.edu.biblioteca-uoc.idm.oclc.org/autors/MostraPDFMaterialAction.do?id=153527>

[2]. Davenport, T. & Prusak, L. (1998). "Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know" [en línia] ResearchGate [Data de consulta: 16 d'octubre de 2020] <https://www.researchgate.net/publication/229099904_Working_Knowledge_How_Organizations_Manage_What_They_Know>

[3]. Stedman, Craig & Burns, Ed (2020). "*busi*ness intelligence (BI)" [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 18 d'octubre de 2020] <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/business-intelligence-BI>

[4]. (n.d.). "Here Are 10 Key Benefits of Business Intelligence Software" [en línia] *Master's in Data Science* [Data de consulta: 18 d'octubre de 2020] <https://www.mastersindatascience.org/learning/benefits-of-business-intelligence/>

[5]. Lawton, George (2020). "Top 8 business intelligence challenges and how to handle them" [en línia] *ResearchGate* [Data de consulta: 18 d'octubre de 2020] <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/tip/Top-11-business-intelligence-challenges-and-how-to-overcome-them>

[6]. Pratt, Mary K. (2020). "business intelligence architecture" [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 20 d'octubre de 2020] <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/business-intelligence-architecture>

[7]. Richardson J., Sallam R., Schlegel K., Kronz A., Sun J. (2020). "Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms" [en línia] *Gartner* [Data de consulta: 20 d'octubre de 2020] <https://www.gartner.com/document/3980852>

[8]. Sayer P. & Olavsrud T. (2020). "Top 12 BI tools of 2020" [en línia] *CIO* [Data de consulta: 20 d'octubre de 2020] <https://www.cio.com/article/3322749/top-business-intelligence-bi-tools.html>

[9]. Moore, Susan. “Gartner Top 10 Data and Analytics Trends for 2019” [en línia] *Gartner* [Data de consulta: 22 d’octubre de 2020] <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-data-analytics-trends/>

[10]. Herschel et. al (2020). “Predicts 2020: Analytics and Business Intelligence Strategy” [en línia] *Gartner* [Data de consulta: 22 d’octubre de 2020] <https://www.gartner.com/document/3978987>

[11]. Stedman, Craig (2020). “Ultimate guide to business intelligence in the Enterprise” [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 24 d’octubre de 2020] <https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/Ultimate-guide-to-business-intelligence-in-the-enterprise>

[12]. Gills, A. & Rosencrance, L. & Shea, S. & Wigmore, I. (2020). “internet of things (IoT)” [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 26 d’octubre de 2020] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT >

[13]. Shea, S. & Haughn, M. (2020). “IoT devices (internet of things devices)” [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 28 d’octubre de 2020] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/IoT-device>

[14]. Gloss, Kristen (2020). “5 IoT security threats to prioritize” [en línia] *TechTarget* [Data de consulta: 28 d’octubre de 2020] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/tip/5-IoT-security-threats-to-prioritize>

[15]. Dey, Arin (2019). “Internet Of Things (IoT) — security, privacy, applications & trends” [en línia] *Medium* [Data de consulta: 30 d’octubre de 2020] <https://medium.com/@arindey/internet-of-things-iot-security-privacy-applications-trends-3708953c6200>

[16]. Sakovich, Natallia. “Internet of Things (IoT) Protocols and Connectivity Options: An Overview” [en línia] *Sam Solutions* [Data de consulta: 30 d’octubre de 2020] <https://www.sam-solutions.com/blog/internet-of-things-iot-protocols-and-connectivity-options-an-overview/>

[17]. Friedman, T. & Judah, S.. “Successful Internet of Things Initiatives Require Adaptive Data and Analytics Governance” [en línia] *Gartner* [Data de consulta: 31 d’octubre de 2020] <https://www.gartner.com/document/3986220>

[18]. (n.d.) “What is a Raspberry Pi?” [en línia] *RaspberryPi.org* [Data de consulta: 1 de novembre de 2020] <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>

[19]. (2020) “RaspberryPI models comparison” [en línia] *SocialCompare* [Data de consulta: 1 de novembre de 2020] <https://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>

[20]. Okoi, Divine (2020). “20 Best Operating Systems You Can Run on Raspberry Pi in 2020” [en línia] *FossMint* [Data de consulta: 1 de novembre de 2020] <https://www.fossmint.com/operating-systems-for-raspberry-pi/>

[21]. PE, Isaac. “Todo sobre los GPIO Raspberry Pi” [en línia] *Comohacer.eu* [Data de consulta: 1 de novembre de 2020] <https://www.comohacer.eu/gpio-raspberry-pi/>

[22]. (n.d.) “Sensor de temperatura y humedad DHT11” [en línia] *Picuino* [Data de consulta: 1 de novembre de 2020] <https://www.picuino.com/es/arduprog/sensor-dht11.html>

[23]. Matt (2017). “DHT11 Temperature and Humidity Sensor and the Raspberry Pi” [en línia] *Raspberrypi-Spy* [Data de consulta: 3 de novembre de 2020] <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/2017/09/dht11-temperature-and-humidity-sensor-raspberry-pi/>

[24]. Sun, Sirui (2016). “Building a Real-time IoT Dashboard with Power BI: A Step-by-Step Tutorial” [en línia] *Blog de Microsoft Power BI* [Data de consulta: 3 de novembre de 2020] <https://powerbi.microsoft.com/es-es/blog/using-power-bi-real-time-dashboards-to-display-iot-sensor-data-a-step-by-step-tutorial/>

[25]. (2020). “Real-time streaming in Power BI” [en línia] *Microsoft* [Data de consulta: 3 de novembre de 2020] <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/connect-data/service-real-time-streaming>