



**Universitat Oberta  
de Catalunya**

**Aplicació web per a comunicar amb comptadors de partícules utilitzant la tecnologia IoT i anàlisi de la viabilitat.**

**Nom Estudiant: Cristina Sust Farriol**

**Màster Universitari en Desenvolupament d'Aplicacions per a Dispositius Mòbils**

**Nom Consultor/a: Pau Dominkovics Coll**

**Professor/a responsable de l'assignatura: Carles Garrigues Olivella**

**Gener 2019**



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	Aplicació web per a comunicar amb comptadors de partícules utilitzant la tecnologia IoT i anàlisi de la viabilitat.
Nom de l'autor:	Cristina Sust Farriol
Nom del consultor/a:	Pau Dominkovics Coll
Nom del PRA:	Carles Garrigues Olivella
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2019
Titulació o programa:	Màster Universitari en Desenvolupament d'Aplicacions per a Dispositius Mòbils
Idioma del treball:	Català
Paraules clau	IoT, Indústria, partícules

### **Resum del Treball**

El treball consisteix en una aplicació web, la qual controla un sistema de comptadors de partícules. Mitjançant la tecnologia IoT (Internet of Things), s'ha desenvolupat la comunicació entre els comptadors i l'aplicació.

Consisteix en la visualització en temps real del nivell de partícules llegits per els comptadors, un registre de totes les accions de l'usuari, un registre de les alarmes dels comptadors i l'opció de consultar els valors històrics tant de nivell de partícules, com d'alarmes i d'esdeveniments.

S'ha utilitzat el protocol industrial Modbus TCP per comunicar els comptadors amb un gateway IoT, que es el dispositiu que llegeix les dades i les envia al núvol mitjançant el protocol MQTT.

També s'ha fet un estudi de mercat, on s'ha estudiat els diferents proveïdors i l'estat de l'art. S'ha decidit utilitzar hardware Siemens (Gateway IoT2040) i una màquina virtual de Amazon Web Services.

S'ha fet un càlcul del pressupost d'aquest projecte i un anàlisi de la viabilitat.

Finalment, s'han redactat unes conclusions i un possible treball futur per tal de millorar la solució.

#### Abstract

The work consists of a web application, which controls a system of particle counters. Through the IoT (Internet of Things) technology, the communication between the counters and the application has been developed.

It consists of the visualization in real time of the level of particles read by the counters, a record of all the actions of the user, a record of the alarms of the counters and the option to consult the historical values of particle level, alarms and events.

The Modbus TCP industrial protocol has been used to communicate the counters with an IoT gateway, which is the device that reads the data and sends it to the cloud using the MQTT protocol.

There has also been a market study, where the different suppliers and the state of the art have been studied. It has been decided to use Siemens hardware (Gateway IoT2040) and a virtual machine from Amazon Web Services.

A calculation of the budget of this project and a viability analysis has been made.

Finally, some conclusions and possible future work were drafted in order to improve the solution.

## ÍNDIX DE CONTINGUTS

1	Introducció .....	9
1.1	Context i justificació del Treball... ..	9
1.2	Objectius del Treball .....	10
1.3	Enfocament i mètode seguit .....	10
1.4	Planificació del Treball.....	12
1.5	Breu sumari de productes obtinguts .....	14
1.6	Breu descripció dels altres capítols de la memòria .....	14
2	Antecedents i estat de l'art.....	15
2.1	Sistel Control .....	15
2.2	Indústria 4.0.....	15
2.2.1	Internet of Things.....	16
2.2.2	Big data .....	16
2.2.3	Cibersecurity.....	16
2.2.4	Cloud Computing.....	17
2.2.5	Systems Integration .....	17
2.3	Indústria farmacèutica .....	17
3	Estudi de mercat.....	20
3.1	Anàlisi de la competència .....	20
3.1.1	Engisoft .....	20
3.1.2	OASYS.....	20
3.1.3	Entresistemas.....	20
3.1.4	Big Finite .....	21
3.1.5	Conclusions.....	21
3.2	Definició del client objectiu.....	21
3.3	Anàlisi dels proveïdors.....	22
3.3.1	Gateways .....	22
3.3.2	Plataforma Cloud.....	24
3.4	Anàlisi DAFO .....	26
4	Model de negoci .....	27
5	Aplicació .....	28
5.1	Disseny.....	28
5.1.1	Usuaris i context d'ús.....	28
5.1.2	Disseny conceptual.....	30
5.1.3	Prototip.....	30
5.1.4	Avaluació.....	36

5.2	Comptador.....	38
5.3	Gateway .....	40
5.3.1	Configuració .....	41
5.3.2	Desenvolupament.....	44
5.4	Web.....	48
5.4.1	Back-end .....	50
5.4.2	Front-end.....	56
5.4.3	SQL.....	61
6	Anàlisi financer .....	67
6.1	Costos inicials.....	67
6.2	Cost del servei.....	68
7	Conclusions .....	69
8	Bibliografia.....	70
9	Annexos .....	71

## LLISTA DE FIGURES

Figura 1: Arquitectura tradicional .....	9
Figura 2: Diagrama de Gantt.....	14
Figura 3: Esquema Industria 4.0 .....	15
Figura 4: Número màxim de partícules per m <sup>3</sup> .....	18
Figura 5: Logotip Engisoft .....	20
Figura 6: Logotip Oasys.....	20
Figura 7: Logotip entresistemas.....	20
Figura 8: Logotip Bigfinite .....	21
Figura 9: Gateway de Siemens.....	22
Figura 10: Gateway de Hilscher .....	23
Figura 11: Serveis de AWS.....	24
Figura 12: Serveis Google Cloud Platform .....	24
Figura 13: Regulacions Google Cloud Platform .....	25
Figura 14: Serveis Microsoft Azure .....	25
Figura 15: Esbós pàgina principal versió escriptori .....	31
Figura 16: Esbós pàgina principal versió mòbil .....	31
Figura 17: Esbós pàgina d'alarmes versió escriptori .....	32
Figura 18: Esbós pàgina esdeveniments versió escriptori.....	32
Figura 19: Esbós pàgina informes versió escriptori.....	33
Figura 20: Esbós alternatiu pàgina principal versió escriptori.....	33
Figura 21: Esbós menú versió mòbil .....	34
Figura 22: Prototip pàgina principal versió escriptori .....	34
Figura 23: Prototip pàgina alarmes versió escriptori .....	35
Figura 24: Prototip pàgina esdeveniments versió escriptori .....	35
Figura 25: Prototip pàgina informes versió escriptori.....	36
Figura 26: Diagrama UML pàgines .....	36
Figura 27: Arquitectura de la solució.....	37
Figura 28: Diagrama UML de la base de dades .....	38
Figura 29: Pàgina principal del comptador .....	39
Figura 30: Pàgina configuració del comptador .....	40
Figura 31: SIMATIC IOT2040 .....	41
Figura 32: Especificacions tècniques SIMATIC IOT2040 .....	41
Figura 33: DiskImager.....	42
Figura 34: Putty .....	43
Figura 35: Node ModbusTCP de lectura.....	46

Figura 36: Node Switch.....	47
Figura 37: Node MQTT d'enviament.....	47
Figura 38: Node MQTT de lectura.....	48
Figura 39: Pàgina login .....	56
Figura 40: Missatge error login .....	57
Figura 41: Pàgina principal .....	58
Figura 42: Pàgina d'alarmes .....	59
Figura 43: Pàgina d'esdeveniments .....	60
Figura 44: Pàgina d'informes .....	61
Figura 45: Credencials connexió SQL.....	61
Figura 46: Database .....	62
Figura 47: Valors taula 001_Users.....	63
Figura 48: Valors taula 002_PV .....	63
Figura 49: Valors taula 003_SP .....	64
Figura 50: Valors taula 004_Alarms .....	65
Figura 51: Valors taula 005_Events .....	66



# 1 Introducció

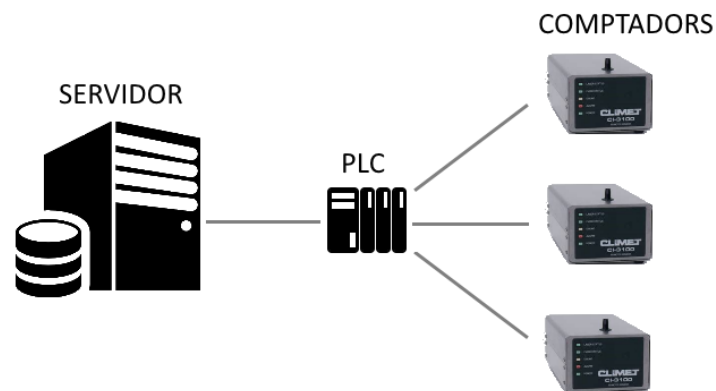
## 1.1 Context i justificació del Treball

En l'indústria farmacèutica, degut a la producció de medicaments relacionats amb la salut humana, s'ha de complir certes lleis i requisits força restrictius a nivell mundial. Els organismes reguladors d'aquests són la Food and Drug Administration (FDA), per Amèrica, i la European Medicines Agency (EMA), per Europa.

Una d'aquestes regulacions, la Good Manufacturing Practices (GMP), determina els nivells màxims de partícules suspeses en l'aire. És per això que les empreses farmacèutiques necessiten tenir un control i monitorització d'aquestes. Per tal de realitzar aquest control s'utilitzen els comptadors de partícules.

La forma tradicional de monitoritzar aquestes partícules es fa mitjançant un servidor físic, un Programable Logic Controller (PLC) i els comptadors de partícules.

L'arquitectura és la següent:



**Figura 1: Arquitectura tradicional**

Això suposa un cost inicial molt alt, i un sobredimensionament del hardware necessari. Però amb les noves tecnologies, en aquest cas l'internet de les coses (IoT), es pot reduir aquest hardware i obtenir altres beneficis com la disponibilitat, escalabilitat, l'anàlisi de dades o bigdata, entre d'altres.

El projecte que es planteja consisteix en una aplicació web que es comunica amb els comptadors de partícules, eliminant el PLC, les llicències dels programes que s'utilitzen i virtualitzant el servidor.

El principal avantatge d'aquesta solució és que es pagarà només per ús, és a dir, no cal sobredimensionar el servidor o la base de dades, sinó que només es pagarà per l'espai que s'utilitzi, i això comporta una reducció molt alta de la inversió inicial.

## 1.2 Objectius del Treball

- Estudi de mercat.
- Estudi de la viabilitat del projecte.
- Aplicació funcional de la solució.
  - o Visualització en temps real del nivell de partícules a l'ambient.
  - o Possibilitat d'encendre i apagar els comptadors.
  - o Visualització de dades històriques.
  - o Traçabilitat d'esdeveniments (accions de usuaris, canvis d'estat...).
  - o Generació i gestió d'alarmes (nivell de partícules, fallo de comunicacions...).
  - o Possibilitat de generar informes d'històrics, alarmes i esdeveniments.

## 1.3 Enfocament i mètode seguit

Hi ha 3 opcions per dur a terme el treball.

Per una banda, es pot tenir un servidor propi (físicament), i fer-se càrrec de la part de hardware i de software.

Avantatges:

- Ser propietari de les dades. Si s'utilitza un hardware propi, les dades no estan guardades a servidors d'un tercer, i podria ser requisit d'alguns clients.

Desavantatges:

- Preu. En aquest cas, s'hauria de fer una inversió inicial pel servidor i mantenir-lo en funcionament. També se l'hauria de sobredimensionar tenint en compte la capacitat necessària a llarg termini.
- Disponibilitat. Al encarregar-se de la part de hardware, s'hauria de garantir una disponibilitat i un suport tècnic.

Per altre banda, hi hauria la opció de HaaS (Hardware as a Service). El hardware es subcontractaria a una empresa que disposi de servidors al Cloud.

#### Avantatges:

- La empresa proveïdora es fa càrrec de la disponibilitat del servidor.
- Escalabilitat. És escalable en funció dels requeriments, no hi ha necessitat de sobredimensionament.
- Preu. Només es pagarà per el que s'usi. No es necessita fer una inversió inicial.
- Fàcil de migrar la solució entre proveïdors del cloud.

#### Desavantatges:

- No ets propietari de les dades. Tot i així, els proveïdors asseguren alta seguretat i confidencialitat.
- Podria ser que el proveïdor no tingués els servidors físicament en el país del client, i això li podria suposar un problema.
- Es necessita connexió per a accedir als servidors.

Per últim, hi hauria la opció de SaaS (Software as a Service), on s'utilitzarien directament serveis del cloud, com la base de dades, el servei de broker MQTT, visualització... i sense preocupar-se de la part de hardware.

#### Avantatges:

- Hi ha menys feina de desenvolupament de software.
- Molta part del software no s'ha de validar per que ha sigut desenvolupada i validada per el proveïdor.
- Es paga un tant per cada servei que s'utilitza, sense necessitat de sobredimensionar el hardware.
- El proveïdor s'encarrega de la ciberseguretat i la disponibilitat.

#### Desavantatges:

- Menys personalització.
- Depens més de l'empresa proveïdora.
- Díficil de migrar a un altre cloud, al utilitzar serveis descentralitzats.
- No ets propietari de les dades.
- Preu més elevat.

Un cop s'han vist totes les possibilitats s'ha decidit optar per HaaS, ja que és un punt mig entre les altres dues possibilitats.

En quant al servidor s'ha decidit utilitzar-ne un al cloud, tenint en compte els avantatges i desavantatges pel cas d'estudi. Per un costat, la diferència de preu entre

utilitzar-ne un al cloud i comprar-ne un de propi és molt gran. A més a més, les empreses que lloguen aquest tipus de serveis solen ser empreses grans i segures, per tant la seguretat també queda resolta.

En quant al software s'ha optat per desenvolupar-lo. El primer motiu és, igual que en el cas anterior, que el preu és menor que SaaS. Segon, el sector farmacèutic necessita de molta seguretat en quant al tractament de les seves dades pel que és necessari tenir el màxim control possible d'aquestes, fet que s'aconsegueix reduint les terceres parts de les quals es depèn.

## 1.4 Planificació del Treball

Els recursos necessaris per a realitzar el projecte són:

- Màquina virtual al cloud.
- Comptador de partícules.
- Gateway IoT
- Targeta SD (Sistema Operatiu del Gateway)

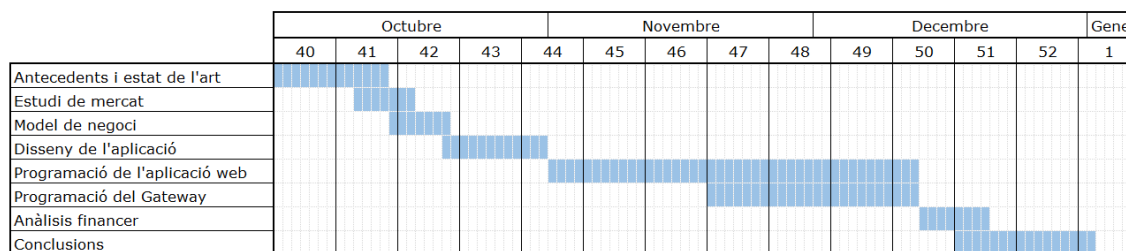
Mentre que les tasques a realitzar per a dur a terme el projecte són les següents:

- Antecedents i estat de l'art
- Estudi de mercat
- Model de negoci
- Disseny de l'aplicació
- Programació de l'aplicació web
- Programació del Gateway
- Anàlisi financer
- Conclusions

A continuació hi ha una taula amb les fites, la descripció i la data.

Fita	Descripció	Data
Antecedents i Estat de l'Art	Estudi de l'evolució del IoT i l'indústria 4.0, així com les seves aplicacions en l'indústria farmacèutica.	13/10/2018

Fita	Descripció	Data
Estudi de mercat	Inclou un anàlisi de la competència, definició del client objectiu, anàlisi dels proveïdors i anàlisi DAFO.	16/10/2018
Model de negoci	Definició d'un model basat en l'eina Business Model Canvas.	20/10/2018
Disseny de l'aplicació	Realitzar una proposta de l'arbre de navegació de l'aplicació, així com el disseny de les diferents pantalles requerides per aquesta i la funcionalitat de cada una de manera que sigui fàcil d'aprendre i manejar, tenint en compte l'experiència d'usuari (UX).	31/10/2018
Programació de l'aplicació web	Programar la part de front-end en base al disseny proposat i programar el back-end per tal de llegir i enviar dades al gateway.	12/12/2018
Programació del Gateway	Configuració del dispositiu (gateway) per tal de permetre la comunicació entre els comptadors de partícules i el back-end de l'aplicació.	12/12/2018
Anàlisi financer	Calcular i analitzar la viabilitat financera d'aquesta aplicació. S'ha calculat tant la inversió inicial, els costos de realitzar-la, així com el retorn de la inversió.	20/12/2018
Conclusions	Obtenció dels resultats i conclusions finals de l'estudi d'acord amb l'abast del mateix així com l'elaboració del document final.	02/01/2019



**Figura 2: Diagrama de Gantt**

Les hores que es dedicaran al projecte, seran 20 setmanals, 2 hores diàries els dies laborals i 5 hores els dies festius. Si contem d'aquí al gener, surten un total de 61 dies laborables i 39 festius, pont i cap de setmana. Això fa un total de 317 hores.

En cas de algun imprevist, hi ha marge de 1 hora diària de més, que seria disponible en cas necessari.

## 1.5 Breu sumari de productes obtinguts

**Aplicació web.** Permetrà llegir en temps real el nivell de partícules de l'aire així com una visualització d'històrics i generació d'informes, també permetrà encendre i apagar els comptadors de partícules.

## 1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

El treball s'ha organitzat amb els següents punts.

- Antecedents i estat de l'art: Estudi de l'evolució del IoT i l'indústria 4.0, així com les seves aplicacions en l'indústria farmacèutica.
- Estudi de mercat: Inclou un anàlisi de la competència, definició del client objectiu, anàlisi dels proveïdors i anàlisi DAFO.
- Model de negoci: Definició d'un model basat en l'eina Business Model Canvas.
- Disseny de l'aplicació: Proposta de l'arbre de navegació de l'aplicació, així com el disseny de les diferents pantalles requerides per aquesta i la funcionalitat de cada una.
- Gateway: Arquitectura de la solució i resultat final.
- Aplicació web: Proveïdors escollits i resultat final.
- Anàlisi financer: Anàlisi de la viabilitat financera d'aquesta aplicació. Càlcul de la inversió inicial, els costos de realitzar-la, així com el retorn de la inversió.
- Conclusions: Resultats i conclusions finals de l'estudi d'acord amb l'abast del mateix.

## 2 Antecedents i estat de l'art

### 2.1 Sistel Control

Aquest projecte s'ha fet amb la col·laboració i finançament de Sistel Control.

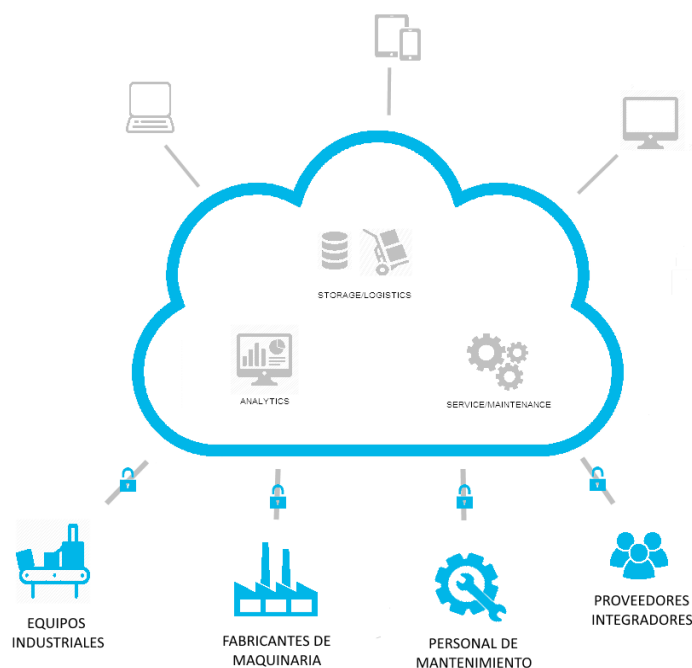
Sistel Control és una empresa situada a Terrassa que es dedica a l'automatització de fàbriques del sector farmacèutic.

Amb l'aparició de les noves tecnologies, apareix la possibilitat de multitud de projectes i nous models de negoci, i és aquí on sorgeix la idea d'aquest projecte, poder oferir a part de les solucions tradicionals, aquest nou tipus de solucions.

### 2.2 Indústria 4.0

L'Indústria 4.0 es refereix al conjunt de tecnologies, solucions i serveis que permeten a les empreses del sector industrial, a través de la digitalització, una millora competitiva necessària en un mercat global, aconseguint l'objectiu de les "smart factories".

Aquestes noves fàbriques són capaces d'una major adaptabilitat a les necessitats i als processos de producció, així com a una assignació més eficaç dels recursos, obrint així la via de la quarta revolució industrial.



**Figura 3: Esquema Indústria 4.0**

L'indústria 4.0 es compon dels següents conceptes:

### 2.2.1 Internet of Things

L'internet de les coses (en anglès, Internet of Things, abreviat IoT) és un concepte que es refereix a la interconnexió digital dels objectes quotidians amb internet.

És la capacitat de dotar a un sistema de control d'una interconnexió de tots els elements que el componen, per guardar i poder accedir a les seves dades des del núvol.

Es distingeix tres nivells o capes importants en aquesta tecnologia:

- Elements de camp: capacitat de comunicar i donar la informació al sistema.
- Gateway: Interface segura entre els elements de camp i el núvol.
- Servei de Hosting: aplicacions i programes que permeten accedir i albergar la informació al núvol

### 2.2.2 Big data

Les solucions BD són el conjunt d'eines, aplicacions, tecnologies, solucions i processos que permeten a diferents usuaris accedir a informació valuosa.

Aquesta solució facilita la presa de decisions sobre la informació provinent de diferents fonts de dades: producció, calendaris, planificació, qualitat... Crea informació contextualitzada que inclou informació en temps real i informació transaccional amb l'objectiu de poder realitzar consultes creuades de les dades que generin informació.

Aquesta solució permet que els diferents actors accedeixin fàcilment a la informació mitjançant l'explotació d'aquesta.

### 2.2.3 Cybersecurity

Conjunt d'eines, programes o tecnologies que permeten minimitzar les vulnerabilitats del sistema davant els atacs tant exteriors com interiors. Aquestes eines fortifiquen el sistema garantint la seguretat i fiabilitat de les dades. Consisteix en un desplegament de contramesures i / o procediments senzills que permeten dotar de més protecció a les instal·lacions per aprofundir en la protecció de les infraestructures.



#### 2.2.4 Cloud Computing

Aquesta plataforma digital ofereix la possibilitat de dotar, entre altres avantatges, d'alta disponibilitat i escalabilitat als sistemes informàtics, sense dependre dels equips físics. Aquest concepte ofereix la possibilitat d'augmentar la capacitat de procés sense alterar el sistema.

La virtualització permet reduir les necessitats de hardware en un índex de 10:1. Una menor quantitat de hardware implica que es poden disminuir les despeses operacionals i de hardware fins a un 50% i les despeses d'energia fins a un 80%. A més de consolidar servidors i utilitzar menys hardware, la virtualització permet allargar el cicle de vida dels servidors, accelerar el temps d'aprovisionament en un 50 a 70% i obtenir administració centralitzada i automatitzada.

#### 2.2.5 Systems Integration

La integració de sistemes és el disseny que es realitza per establir de forma ràpida i senzilla la comunicació amb qualsevol dispositiu, independentment del driver utilitzat. Intercanvia dades i informació entre sistemes d'automatització i informació.

Els sistemes d'automatització i de gestió de negoci poden treballar conjuntament ara i en el futur gràcies a la creixent i actualitzada oferta de comunicacions. Es pot assumir la creixent demanda de comunicacions en una organització sense interrompre les comunicacions establertes.

### 2.3 Indústria farmacèutica

La indústria farmacèutica és el sector dedicat al desenvolupament, la fabricació i la preparació de productes químics utilitzats per prevenir o tractar malalties.

Catalunya és l'origen i la seu de les sis principals empreses farmacèutiques estatals: Almirall, Esteve, Ferrer, Lacer, Uriach i Grifols. Aquesta tradició, juntament amb el dinamisme del territori, ha atret, totalment o parcialment, sis dels principals grups farmacèutics del món, de manera que el sector farmacèutic de l'estat té una bona representació a Catalunya, on es troba gairebé la meitat dels laboratoris farmacèutics establerts a Espanya, i té un paper estratègic de primera línia amb llocs de treball altament qualificats.

Els organismes reguladors d'aquests són la Food and Drug Administration (FDA), per Amèrica, i la European Medicines Agency (EMA), per Europa. Una d'aquestes regulacions és la Good Manufacturing Practices (GMP).

S'anomena Bones pràctiques de manufactura o normes GMP (de l'anglès Good Manufacturing Practice) o NCF (en castellà Normas de Correcta Fabricación), un conjunt de normes i procediments a seguir a la indústria farmacèutica per aconseguir que els productes siguin fabricats de manera consistent i d'acord amb certs paràmetres o estàndards de qualitat. Aquest sistema es va elaborar per minimitzar errades en la manufactura de productes farmacèutics abans de ser distribuït.

Les normes GMP comprenen tots els aspectes de la fabricació de productes farmacèutics: des de la compra de matèries primeres al proveïdor, fins a la distribució. Els aspectes més rellevants a complir són: aplicar pràctiques per eliminar contaminacions (microbianes, creuades...) i mantenir la traçabilitat física i documental del producte.

En el annex 1 de les normes GMP es determina el número màxim de partícules que pot haver-hi a l'ambient en funció de la classificació de la sala (A, B, C o D). A la següent taula es pot veure els nivells màxims:

Grade	Maximum permitted number of particles per m <sup>3</sup> equal to or greater than the tabulated size			
	At rest		In operation	
	0.5 µm	5.0 µm	0.5 µm	5.0 µm
A	3,520	20	3,520	20
B	3,520	29	352,000	2,900
C	352,000	2,900	3,520,000	29,000
D	3,520,000	29,000	Not defined	Not defined

**Figura 4: Número màxim de partícules per m<sup>3</sup>**

Una altre de les regulacions, que haurà de complir és el 21 CFR.

El 20 d'agost del 1997 la regla 21 CFR Part 11 "Electronic Records; Electronic Signatures "(ER / ES) va entrar en vigor amb l'objectiu d'establir els requisits per a la gravació de dades electròniques i l'ús de signatures electròniques.

No obstant això la regla 21 CFR Part 11 només s'aplica a registres que s'han de mantenir segons les regles de la FDA o registres que són enviats a la FDA de forma electrònica.

Els principals punts que s'han de complir són els següents:

- Validació: Els sistemes computacionals s'han de validar per assegurar la precisió, rendiment i consistència del programa.
- Auditories: Els sistemes han de proveir capacitat d'auditoria incloent controls per temps i generats de forma automàtica per registrar accions que creen, modifiquen o esborren registres electrònics.
- Retenció de registres, protecció, reproductibilitat i recuperació: Els sistemes han de poder retenir, protegir i recuperar registres durant el període de retenció establert. Els sistemes han de poder reproduir els registres de forma accessible per a humans i de forma electrònica.
- Control de documents: Hi ha d'haver controls per accedir, revisar, distribuir i utilitzar la documentació per a l'operació i manteniment del sistema.
- Seguretat d'accés: Els sistemes han de limitar l'accés al personal qualificat i autoritzat. S'han d'establir mesures de seguretat en sistemes oberts com a sistemes de xifrat per als que accedeixin des de l'exterior.
- Signatura Electrònica: Els sistemes han de proveir mesures que assegurin que l'ús de signatures electròniques és limitat al personal genuí i que l'intent d'ús per altres sigui registrat. Els sistemes no biomètrics han d'utilitzar dos sistemes diferents d'identificació (user-ID / password). Tant el user-ID i la clau han de ficar-se abans de començar la sessió i la clau s'ha de teclejar cada vegada que l'usuari torni a ingressar a la sessió. Les signatures electròniques no es poden usar més d'una vegada. El propòsit de la signatura electrònica cal indicar-se clarament. Finalment, els sistemes han d'incloure mesures que prohibeixin la falsificació de signatures electròniques per mitjans normals. S'han d'establir polítiques que facin responsables als individus de les seves accions signades amb la seva signatura electrònica.
- Certificat a la FDA: La certificació s'ha de rebre per escrit per part de l'oficina regional de la FDA. La certificació assegura que les formes electròniques tenen la mateixa validesa que les autògrafes.

### 3 Estudi de mercat

#### 3.1 Anàlisi de la competència

##### 3.1.1 Engisoft



**Figura 5: Logotip Engisoft**

- Arquitectures Cloud (Migració al Cloud, Big Data, SysOps 24x7, Hosting autoescalables d'alta disponibilitat, gestió d'esdeveniments crítics, infraestructures Cloud PCI Compliance)
- IoT
- Ciberseguretat
- Desenvolupament de software
- Blockchain

##### 3.1.2 OASYS



**Figura 6: Logotip Oasys**

- Intel·ligència Operacional, IoT, Big Data, M2M, MES, PLC y SCADA.

##### 3.1.3 Entresistemas



**Figura 7: Logotip entresistemas**

- Automatització i control
- Robòtica
- Visió artificial

- Fàbriques 4.0

### 3.1.4 Big Finite



**Figura 8: Logotip Bigfinite**

- Solucions IIoT
- Sector farmacèutic
- Cloud Propi

### 3.1.5 Conclusions

Existeixen moltes empreses que comencen a oferir solucions IoT, però en el món de l'indústria, i en concret l'indústria farmacèutica, l'internet de les coses és una tecnologia molt poc madura.

Tot i així els proveïdors d'aquest sector comencen a oferir projectes amb aquesta tecnologia, que segurament d'aquí pocs anys estigui molt estesa.

Entre els proveïdors que s'han llistat en els apartats anteriors, la majoria no estan especialitzats ni tenen experiència en el sector farmacèutic. Això ens dona una diferenciació respecte ells, al tenir el coneixement d'aquesta indústria tan particular i tan regulada.

Bigfinite també ofereix solucions IIoT per al sector farmacèutic, però no ofereix una solució personalitzada, sinó que ofereix una plataforma pròpia on pujar-hi les dades i crear dashboards, sense possibilitat de actuar contra els equips i amb unes funcionalitats limitades. Com a punt bo, compleix amb les regulacions farmacèutiques que és un dels objectius d'aquest projecte.

## 3.2 Definició del client objectiu

El client objectiu en aquest cas seran les fàbriques, hospitals, laboratoris... que no disposin d'un sistema de control, per tal de vendre la solució dels comptadors de partícules.

Les empreses que disposen de un sistema de control i un SCADA, és difícil que posin una solució paral·lela a la que tenen, lo habitual és que integrin els comptadors al seu sistema de control.

### 3.3 Anàlisi dels proveïdors

#### 3.3.1 Gateways

Es el dispositiu que comunica amb els comptadors de partícules i el cloud.

Sistel Control és distribuïdor de productes Hilscher i Siemens, tenint descomptes especials, és per això que s'ha fet l'estudi entre aquests dos proveïdors. També cal dir, que al tractar-se del sector farmacèutic, els clients només confien amb les grans marques dedicades a l'indústria, i desconfien d'altres dispositius com podria ser la Raspberry Pi o l'Arduino.

##### 3.3.1.1 Mindconnect Nano: Gateway de Siemens.



**Figura 9: Gateway de Siemens**

### 3.3.1.2 NetIOT Edge: Gateway de Hilscher.



**Figura 10: Gateway de Hilscher**

La funció d'aquests dos dispositius és la mateixa. Per elegir s'ha elaborat la següent taula comparativa.

Gateway	IOT 2040	netIOT Edge
Empresa	Siemens	Hilscher
Precio	170 €	1500 €
Protocolos Gateway - Cloud	OPC UA / MQTT	OPC UA / MQTT
Memoria	1 GB RAM, CFast 4Gb	4GB RAM, 128 GB Solid State Disk Drive
Temperatura de operaci3n	0-60 °C	0-50 °C

Per aquest projecte, no es necessita gaire capacitat de procés, ja que s'envien molt poques dades, per tant s'ha elegit el gateway de Siemens.

En cas de que el gateway hagués de llegir moltes dades de un PLC per exemple, seria més interessant utilitzar el gateway de Hilscher.

### 3.3.2 Plataforma Cloud

#### 3.3.2.1 Amazon Web Services

Serveis que ofereixen:



Figura 11: Serveis de AWS

#### 3.3.2.2 Google Cloud Platform

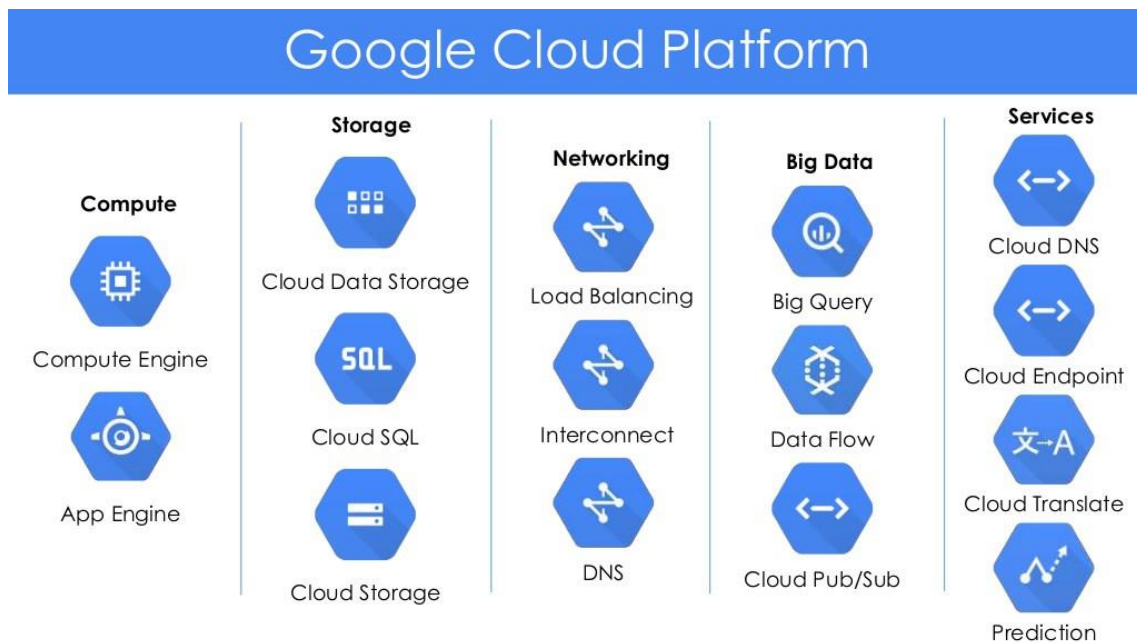


Figura 12: Serveis Google Cloud Platform

Entre altres, disposa de les següents regulacions de privacitat y seguretat.





Figura 13: Regulacions Google Cloud Platform

### 3.3.2.3 Microsoft Azure



Figura 14: Serveis Microsoft Azure

### 3.3.2.4 Plataforma elegida

L'estudi s'ha basat en aquests tres grans proveïdors, ja que de cara el client donen més confiança de disponibilitat i seguretat.

Al utilitzar una màquina virtual, la solució es fàcil de migrar entre proveïdors, per tant inicialment, s'ha decidit utilitzar Amazon Web Services, ja que té unes màquines virtuals gratuïtes, amb pocs recursos, però suficients per a aquesta aplicació. Quan s'hi vulguin afegir molts comptadors o afegir noves funcionalitats, s'haurien d'augmentar els recursos de la màquina virtual.

### 3.4 Anàlisi DAFO

	Origen Intern	Origen Extern
Punts Dèbils	<p><u>Debilitats</u></p> <p>Poca experiència en projectes IoT al ser una tecnologia nova.</p>	<p><u>Amanaces</u></p> <p>Dificultat de competir contra les solucions tradicionals per falta de confiança.</p>
Punts Forts	<p><u>Fortaleses</u></p> <p>Experiència en el sector i coneixement de la normativa al aplicar-la a les solucions tradicionals.</p> <p>Empresa de ciberseguretat com a SpinOff de Sistel Control, que pot aportar coneixements en l'àrea i confiança davant els clients.</p>	<p><u>Oportunitats</u></p> <p>Cobrir una necessitat existent en el mercat reduint els costos d'inversió inicial.</p>

## 4 Model de negoci

Per tal de definir el model de negoci, s'ha elaborat un "Business Model Canvas". És una plantilla de gestió estratègica per el desenvolupament de nous models de negoci. És un gràfic visual amb elements que descriuen la proposta de valor, la infraestructura, els clients i les finances.

<b>Key Partners</b> Proveïdors del cloud. Proveïdors de hardware IoT. Proveïdor de comptadors de partícules	<b>Key Activities</b> Desenvolupament de la plataforma Suport tècnic Marketing	<b>Value Proposition</b> Solució personalitzada Reducció de inversió inicial Disponibilitat i escalabilitat	<b>Customer Relationships</b> Promocions en web Fidelització de clients Suport tècnic	<b>Customer Segments</b> Sector farmacèutic Clients sense control de planta que necessitin comptadors de partícules
	<b>Key Resources</b> Plataforma tecnològica Comptadors de partícules		<b>Channels</b> Comercials Networking Fires tecnològiques	
<b>Cost Structure</b> Personal Viatges y visites comercials Marketing online Eines y software			<b>Revenue Streams</b> Hores de desenvolupament del projecte Cost mensual de la plataforma	

## 5 Aplicació

### 5.1 Disseny

#### 5.1.1 Usuaris i context d'ús

Els usuaris d'aquesta aplicació son farmacèutics, doctors, infermers, personal de manteniment...

El perfil d'usuari son treballadors amb gran coneixement de la matèria, en un context professional i formal. El disseny s'ha de adaptar a aquest context.

Usaran l'aplicació per prendre mostres de contaminació de sales, treure informes de partícules, d'alarmes i d'esdeveniments.

El que interessa veure als usuaris, es si hi ha alarmes de partícules, per tant, és una informació rellevant que d'alguna manera s'ha de mostrar sempre, ja sigui amb algun resum d'alarmes o ressaltant amb vermell si hi ha alarmes actives.

Seguint la tècnica de les persones, s'han creat els següents perfils d'usuaris.



Nom: Sofía Gonzalez

Edat: 37 anys

Nivell d'estudis: Llicenciada

Professió: Departament de qualitat de BBraun.

La Sofia fa 5 anys que treballa a BBraun, al departament de qualitat. És l'encarregada de controlar que a les sales classificades no s'arribi al nivell màxim de partícules permès, controlar que hi hagi un registre i generar els informes pertinents dels diferents cicles que s'han produït en aquella sala. S'encarrega de definir quin es el màxim de partícules que pot haver-hi, configurant-ho a l'aplicació.

Es vol prendre una mostra de la sala abans de començar a produir. La Sofia engega un cicle per tenir una mostra de partícules. Quan s'ha aspirat el volum necessari per a aquella mostra, apaga el comptador i treu un informe d'alarmes i històrics per tal de

comprovar que en aquella sala s'hi pot treballar. Depenent de el medicament o les proves a realitzar, deixarà o no el comptador encès mentre s'hi treballi.



Nom: Roger Frexes

Edat: 46 anys

Nivell d'estudis: Llicenciat

Professió: Departament de manteniment de Almirall.

El Roger fa 12 anys que treballa a Almirall. Va estudiar enginyeria mecànica. La seva funció dins l'empresa és encarregar-se de que la producció no s'aturi, entre altres. Assegura que no hi hagin talls de tensió, que els equips es mantinguin en bon estat i reparacions de màquines i equips.

Un cop al més, es fa un reinici de màquines per tal de fer-les-hi el manteniment. El Roger comprova a l'aplicació que després del paro de tensió els comptadors comuniquen i es poden engegar i parar.



Nom: Natalia Triquell

Edat: 34 anys

Nivell d'estudis: Llicenciat

Professió: Departament de producte d'Esteve.

La Natalia treballa a Esteve des de fa 4 anys. Va estudiar biotecnologia. La seva funció dins l'empresa és dur a terme assajos i proves amb producte, com podria ser anàlisi de la puresa de producte o el contingut en aigua.

La Natalia ha de fer un assaig de la puresa del producte final. Abans de començar, engega els comptadors de partícules des de l'aplicació per assegurar-se que el producte no sigui contaminat per l'ambient, i tot seguit, quan comprova que el nivell de partícules és adequat procedeix a fer l'anàlisi. Un cop finalitzat, a través de l'aplicació treu un informe, per tal d'assegurar que no s'han superat els nivells màxims permesos per aquell producte.

### 5.1.2 Disseny conceptual

L'aplicació s'utilitzarà en una fàbrica, hospital, farmàcia... Cada cop que es necessiti prendre una mostra de contaminació de l'ambient, l'usuari es connectarà a l'aplicació per extreure'n les dades.

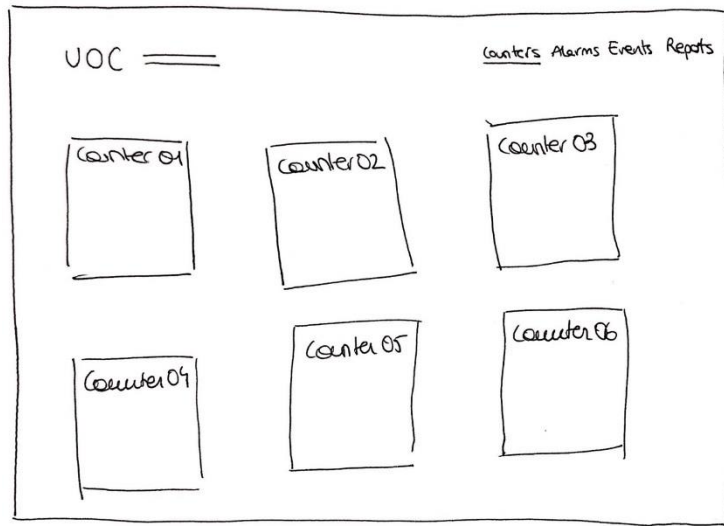
L'aplicació ha de ser molt simple, ja que l'utilitzaran molts perfils diferents d'usuari, ja siguin doctors, operaris d'una fàbrica, personal de manteniment, biòlegs, farmacèutics...

### 5.1.3 Prototip

Per tal de realitzar el prototip, primer s'ha fet un esbós a mà. S'han dissenyat varies opcions.

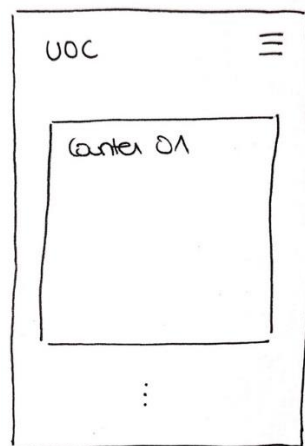
En la pantalla principal, després d'haver-se identificat, l'usuari veu una visió general dels comptadors configurats. Podrà veure el nivell de partícules tant de 0,5  $\mu\text{m}$  com de 5  $\mu\text{m}$ , les alarmes actives, si el comptador està encès...

Versió escriptori:



**Figura 15: Esbós pàgina principal versió escriptori**

Versió mòbil:



**Figura 16: Esbós pàgina principal versió mòbil**

La següent pantalla, s'hi podrà veure el resum d'alarmes dels diferents comptadors. En una taula es veurà la data i hora en què l'alarma ha saltat i retornat, el comptador corresponent a l'alarma que ha saltat i una descripció de l'alarma. Podrien ser exemples d'alarmes, el PV (process value) del nivell de partícules superior al nivell màxim configurat, alarma de comunicacions...

UOC ===== Counters Alarms Events Reports

ACTIVE ALARMS

Date Time	Alarm	Description	Counter
23/10/2018 15:40	COUNTER01-HI	High Alarm particles (counter01)	COUNTER01
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

**Figura 17: Esbós pàgina d'alarmes versió escriptori**

Accedint-hi a través del menú, també hi haurà una pantalla de resum dels últims esdeveniments. Es veurà en una taula la data i hora a la qual s'ha produït l'esdeveniment, el tag (identificatiu) de l'esdeveniment, la descripció de l'acció de l'usuari, l'usuari que ha fet l'acció i el valor antic i nou del tag que ha sigut modificat. Podrien ser exemples d'accions, engegar o parar el comptador, canviar el valor del nivell màxim d'alarmes...

UOC ===== Counters Alarms Events Reports

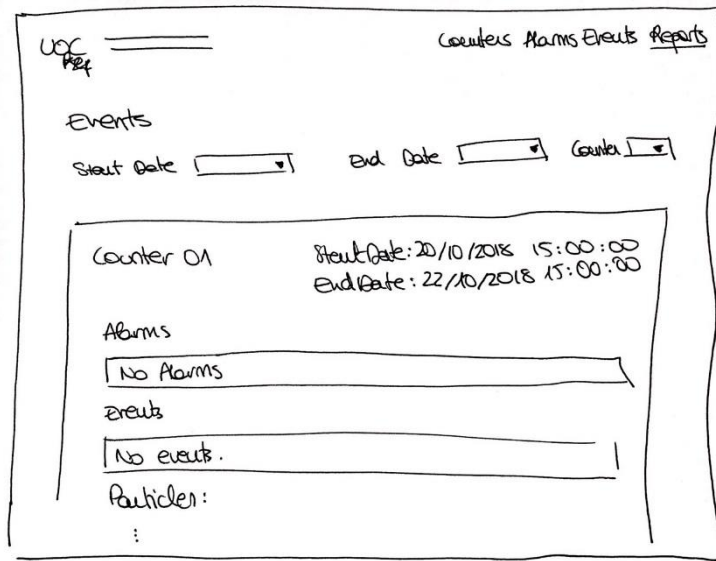
EVENTS

Date Time	Action	User	value
29/10/2018 15:07	Value of SP-Mann-Hi Counter01	Admin	3128
⋮	⋮	⋮	⋮

**Figura 18: Esbós pàgina esdeveniments versió escriptori**

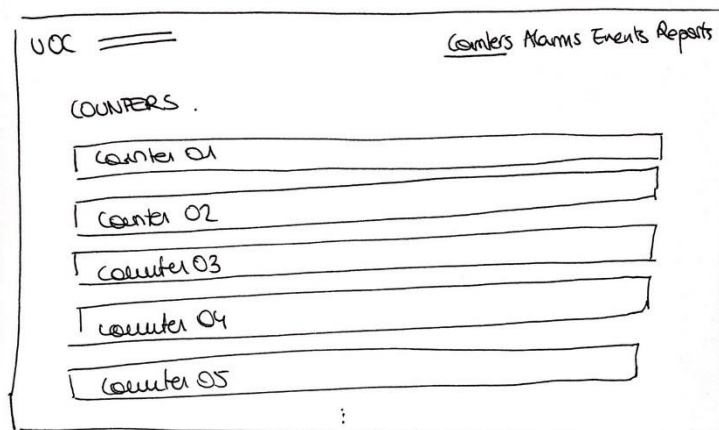
Finalment una pantalla de històrics/informes, on seleccionades unes dates i/o un comptador, es podrà veure un registre de les alarmes en aquell període de temps, els esdeveniments o els valors històrics en forma de taula dels PV de nivell de partícules.





**Figura 19: Esbós pàgina informes versió escriptori**

També s'ha elaborat un sinòptic alternatiu de la pàgina principal, però s'ha optat per l'antic al ser més clar i entenedor i tenir una visió més global de l'estat dels comptadors.



**Figura 20: Esbós alternatiu pàgina principal versió escriptori**

A continuació es pot veure un esbós del que es el menú de l'aplicació per a dispositius mòbils. El menú estarà ocult fins que es seleccioni la icona per estendre el menú.

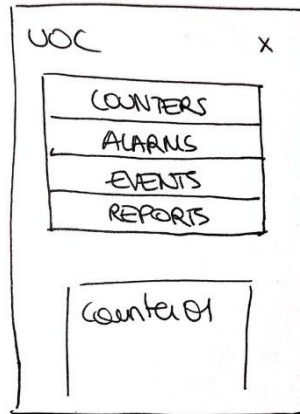


Figura 21: Esbós menú versió mòbil

També s'ha elaborat un disseny més detallat de les diferents pantalles.

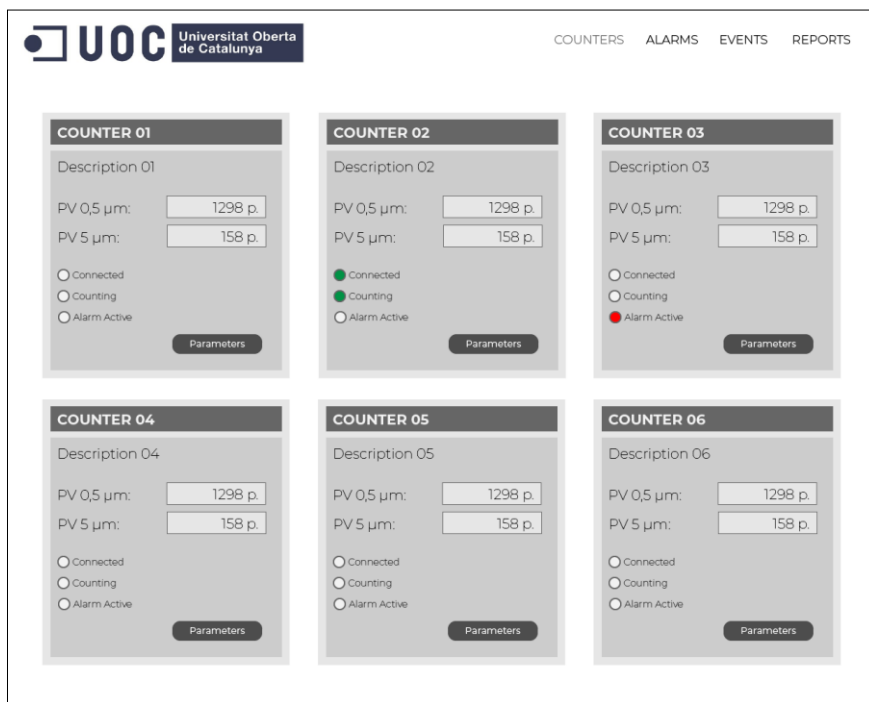


Figura 22: Prototip pàgina principal versió escriptori

UOC Universitat Oberta de Catalunya

COUNTERS ALARMS EVENTS REPORTS

Date Time	Alarm	Description
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.AL_PV_05_HI	Alarm high level of particles of PV 0,5 µm in counter 01

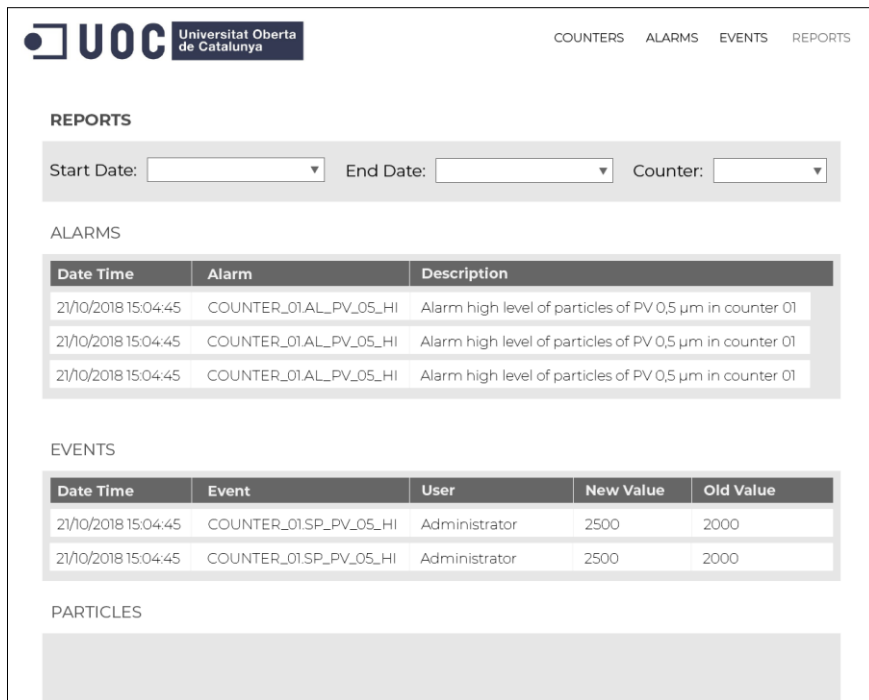
Figura 23: Prototip pàgina alarmes versió escriptori

UOC Universitat Oberta de Catalunya

COUNTERS ALARMS EVENTS REPORTS

Date Time	Event	User	New Value	Old Value
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000
21/10/2018 15:04:45	COUNTER_01.SP_PV_05_HI	Administrator	2500	2000

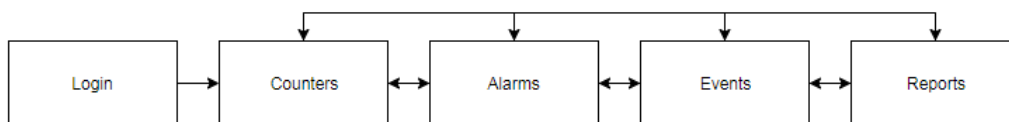
Figura 24: Prototip pàgina esdeveniments versió escriptori



**Figura 25: Prototip pàgina informes versió escriptori**

## 5.1.4 Avaluació

### 5.1.4.1 Definició de casos d'ús



**Figura 26: Diagrama UML pàgines**

Els casos d'ús seran els següents:

Prendre una mostra. El usuari necessita una mostra de la sala. Engega el comptador i s'espera el temps necessari per a tenir una mostra de volum d'aire aspirat suficient. Un cop acabada la mostra, el usuari torna a obrir la aplicació per apagar el comptador i veure si hi ha hagut alarmes durant aquell temps. Finalment treu un informe de les partícules que hi ha hagut durant el període de temps, les alarmes i els

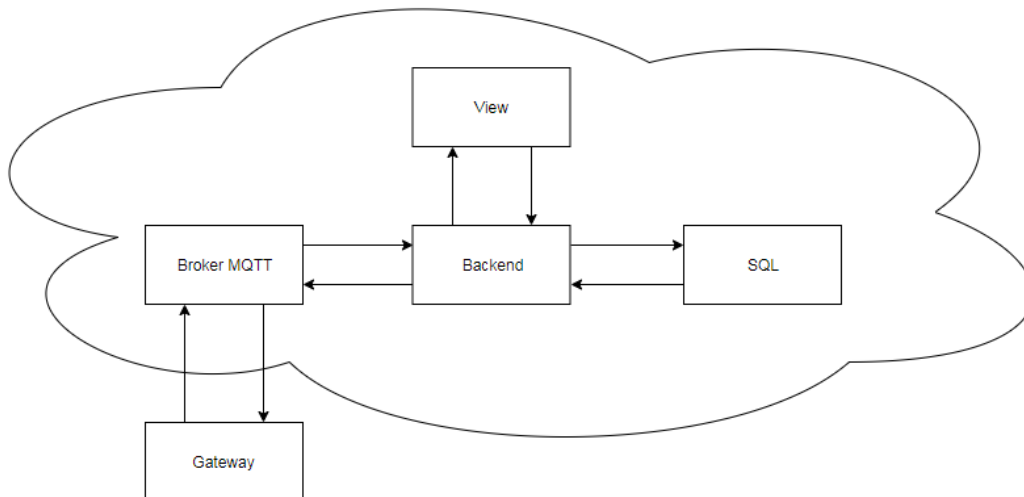
esdeveniments. Si els resultats són correctes, el usuari pot començar a treballar a la sala.

Comptatge en continu. El usuari vol registrar les partícules mentre treballa. Engega el comptador. Un cop finalitzat el treball, l'usuari apagarà el comptador. L'operador podrà treure un informe de partícules, alarmes o esdeveniments entre dos dates en concret.

Manteniment. El sistema informa d'una alarma crítica del comptador. El usuari obre l'aplicació per treure un informe d'esdeveniments i/o alarmes per tal de detectar el problema i poder-lo solucionar.

#### 5.1.4.2 Disseny de l'arquitectura

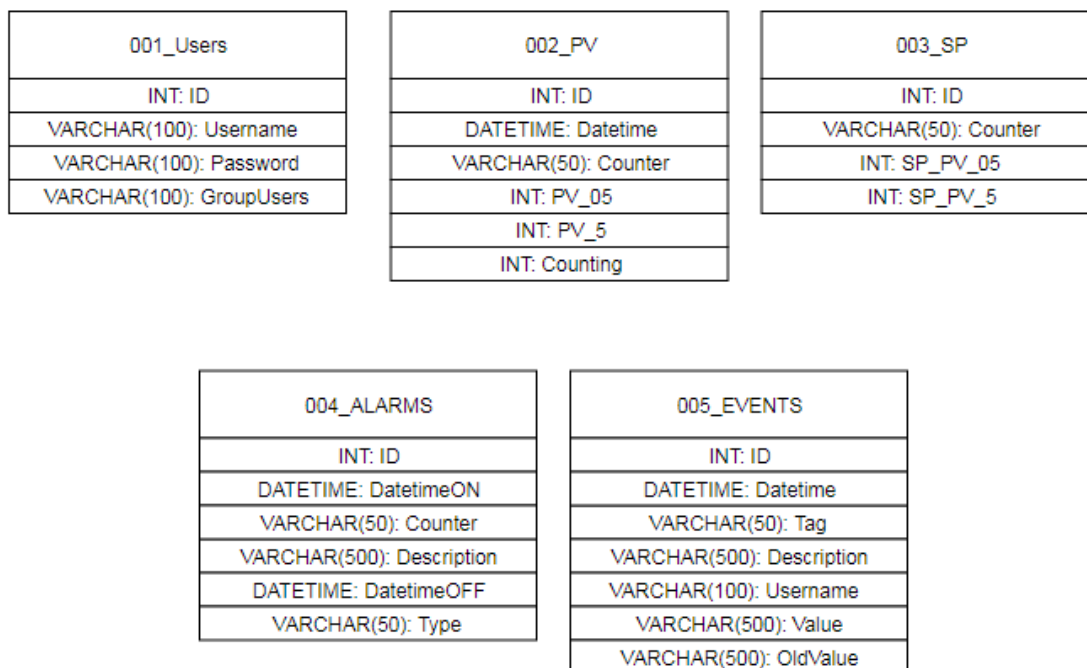
A continuació hi ha una figura amb l'arquitectura de la solució.



**Figura 27: Arquitectura de la solució**

Les dades aniran del gateway al broker MQTT utilitzant el protocol MQTT. El back-end comunicarà amb el broker MQTT per rebre i enviar-li dades. També enviarà les dades tant SQL com al front-end per tal de visualitzar i operar.

La base de dades s'ha estructurat de la següent manera:



**Figura 28: Diagrama UML de la base de dades**

Seguidament hi ha una petita explicació de la funció de cada taula:

- 001\_Users: hi haurà els usuaris de l'aplicació amb les contrasenyes i el grup d'usuari al que pertanyen.
- 002\_PV: anirà guardant els valors llegits de cada comptador.
- 003\_SP: hi haurà guardats els valors actuals dels paràmetres dels comptadors.
- 004\_Alarms: hi haurà guardades les alarmes.
- 005\_Events: hi haurà guardats els esdeveniments de l'aplicació.

## 5.2 Comptador

S'ha utilitzar un comptador AEROTRAK REMOTE PARTICLE COUNTER 7201. S'ha configurat la IP del comptador 192.168.200.2 i a través de webserver es veuen els valors en temps real i permet la configuració del comptador.



# AeroTrak Main Page

Serial Number: 7510-01F,75101227006	MAC Address: 00:30:20:00:42:04
Instrument Location:	IP Address: 192.168.200.2
Unit Address : 1	IP Mask: 255.255.255.0
Firmware Version: 04.00	Gateway: 0.0.0.0

<b>Status: Ready</b>	<b>Date: 09/09/18</b>	<b>Time: 11:43:36</b>
<b>Current Count</b>	<b>Sensor Particle Sizes</b>	<b>Alarm Status</b>
Ch1: 0	Ch1: 500 [nm]	Laser Current: <b>OK</b>
Ch2: 0	Ch2: 5000 [nm]	Laser Scatter: <b>OK</b>
Ch3: 0	Ch3: 0 [nm]	Flow: <b>OK</b>
Ch4: 0	Ch4: 0 [nm]	Service: <b>OK</b>
Temperature: 6553.5 °C	Humidity: 6553.5%	Alarm Threshold: <b>OK</b>

<b>SENSOR INFORMATION</b>	
Firmware Version: 130	Sensor Serial Number: 7510-01F,75101227006
Sensor Cal Date: 05/07/12	Sensor Flow Rate: 1.0CFM
Laser On Time(Hrs): 415	Sensor Laser Current(mA): 31
Background Light Level: 999	Sensor Thresholds: 306, 1416, 0, 0

© Copyright TSI Incorporated 2011 | Web Interface version: 2.2 | [Admin](#)

**Figura 29: Pàgina principal del comptador**

<b>Security:</b>		
Tech Password: <input type="text"/>	Verify Tech Password <input type="text"/>	<input type="button" value="Set Tech Password"/>
<b>Date / Time</b>		
day <input type="text" value="09"/> month <input type="text" value="09"/> year <input type="text" value="18"/>	hour <input type="text" value="11"/> minute <input type="text" value="44"/> second <input type="text" value="16"/>	<input type="button" value="Set Date/Time"/>
<b>Instrument Location:</b> <input type="text"/>		<input type="button" value="Set Location"/>
<b>Instrument addressing:</b>		
Modbus Unit: <input type="text" value="1"/>	Static IP Address: <input type="text" value="192"/> <input type="text" value=".168"/> <input type="text" value=".200"/> <input type="text" value=".2"/>	<input type="checkbox"/> Use DHCP
Static IP Mask: <input type="text" value="255"/> <input type="text" value=".255"/> <input type="text" value=".255"/> <input type="text" value=".0"/>	Static IP Gateway: <input type="text" value="255"/> <input type="text" value=".255"/> <input type="text" value=".255"/> <input type="text" value=".0"/>	<input type="button" value="Set Addressing"/>
<b>Counter Values</b>		<b>Alarm Count Threshold</b>
Ch1: <input type="text" value="0"/>	Ch1: <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> Enabled	Sample Time: <input type="text" value="2"/>
Ch2: <input type="text" value="0"/>	Ch2: <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> Enabled	Hold Time: <input type="text" value="0"/>
Ch3: <input type="text" value="0"/>	Ch3: <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> Enabled	
Ch4: <input type="text" value="0"/>	Ch4: <input type="text" value="0"/> <input type="checkbox"/> Enabled	<input type="button" value="Set Counter Config"/>
<b>Relay Configuration:</b>		
Ch1 Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		Trigger Delay: <input type="text" value="0"/> (0-255 cycles)
Ch2 Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		
Ch3 Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		
Ch4 Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		
Flow Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		
Laser Current Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		
Laser Scatter Alarm: <input type="checkbox"/> Attach to Relay		<input type="button" value="Set Relay Config"/>
Temperature: 6553.5 <input type="radio"/> °F <input checked="" type="radio"/> °C	Temperature User Offset: <input type="text" value="0"/>	<input type="checkbox"/> Enable Temp/Humidity Probe
Humidity: 6553.5%	Humidity User Offset: <input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Set Temp/Humidity"/>
<b>Sample Data</b>		
Locate Record: <input type="text" value="6"/> <input type="button" value="Get"/>	Sample time: 1 sec	Hold time: 0 sec
Record Index: 6	Record Count: 5	
Date: 31/08/18	Time: 15:14:41	
Ch1: 0	Ch3: 0	
Ch2: 0	Ch4: 0	

**Figura 30: Pàgina configuració del comptador**

### 5.3 Gateway

S'ha utilitzat un gateway de Siemens, SIMATIC IOT2040.





**Figura 31: SIMATIC IOT2040**

Technical specifications		SIMATIC IOT2040	
<b>General features</b>			
<b>Processor</b>	Intel Quark x1020		
<b>Drives</b>			
Mass data storage	microSD Card slot; SDHC up to 32 GB; microSD Card not included in scope of supply		
<b>Memory</b>			
RAM / Flash / SRAM	1 GB / 8 MB / 256 kB		
<b>Interfaces</b>			
Serial interfaces	2x RS232/422/485 (switchable)		
USB interfaces	1x USB controller + 1x device		
Programming interfaces	FTDI-interface (system console); TTL-232R-3V3 (internally accessible)		
Ethernet interfaces	2x 10/100 Ethernet RJ45 (independent)		
Graphics interfaces	--		
<b>Expansion slots</b>			
• Arduino expansion / Pinout		• Arduino Uno R3 compatible	
• mPCIe expansion		• 1x mPCIe Full Size	
<b>Operating systems</b>			
Firmware	Flash Firmware pre-installed		
Operating system	Yocto V2.1 (Krogoth) based Linux		
Operating system – included drivers	Ethernet Serial interfaces Quark related features (SRAM, WD...) MRAA (easy access of ARDUINO shield)		
<b>Power supply</b>			
Type of voltage	24 V DC		
<b>Dimensions</b>			
Length / Width / Height	144 x 90 x 53 (mm)		

**Figura 32: Especificacions tècniques SIMATIC IOT2040**

Porta un sistema operatiu Yocto basat en Linux dins la SD card. S'ha instal·lat i programat per tal de que llegeixi modbusTCP del comptador i envii les dades amb MQTT al núvol.

### 5.3.1 Configuració

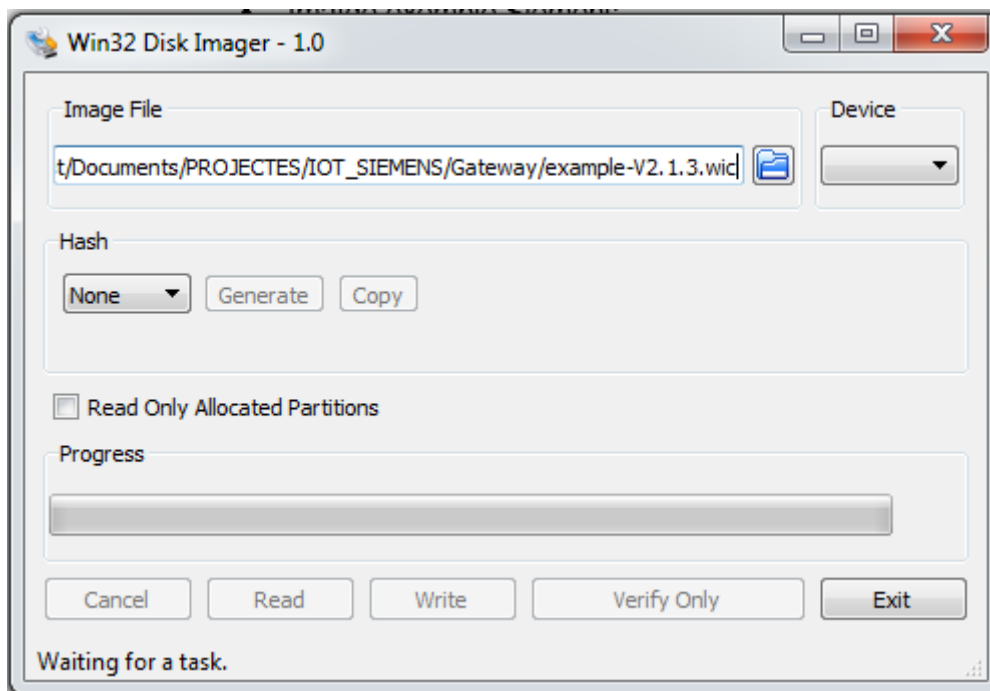
Requisits de hardware:

- IOT2040
- SD Card 32Gb
- Fuente 24VDC

Requisits software:

- Putty: <http://www.putty.org/>
- Win32 DiskImager: <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>
- WinSCP: <https://winscp.net/eng/docs/lang:de>
- Imatge exemple Siemens:  
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109741799/simatic-iot2000-sd-card-example-image?dti=0&lc=en-WW>

La imatge exemple de Siemens, es grava a la SD card del gateway mitjançant el programa Win32 DiskImager.



**Figura 33: DiskImager**

El Putty permet la connexió al gateway amb la IP per defecte 192.168.200.1, on a través de la consola s'executen les peticions. Per altre banda, el WinSCP, permet veure els arxius que hi ha guardats.

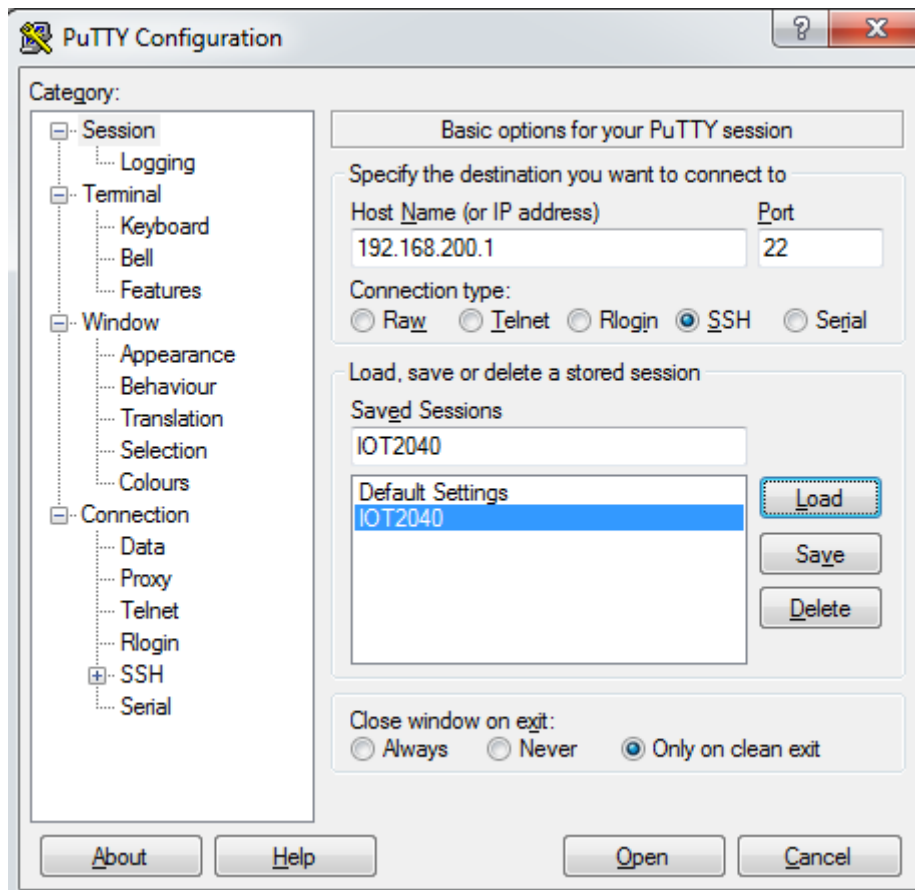


Figura 34: Putty

Es configura la IP del gateway a l'arxiu de configuració.

```
# /etc/network/interfaces -- configuration file for ifup(8), ifdown(8)

# The loopback interface
auto lo
iface lo inet loopback

# Wired interfaces
auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.200.1
    netmask 255.255.255.0

auto eth1
iface eth1 inet dhcp
```

S'instal·la node-red per tal de fer la programació i es configura per a què si es treu la tensió del gateway reiniciï sol.

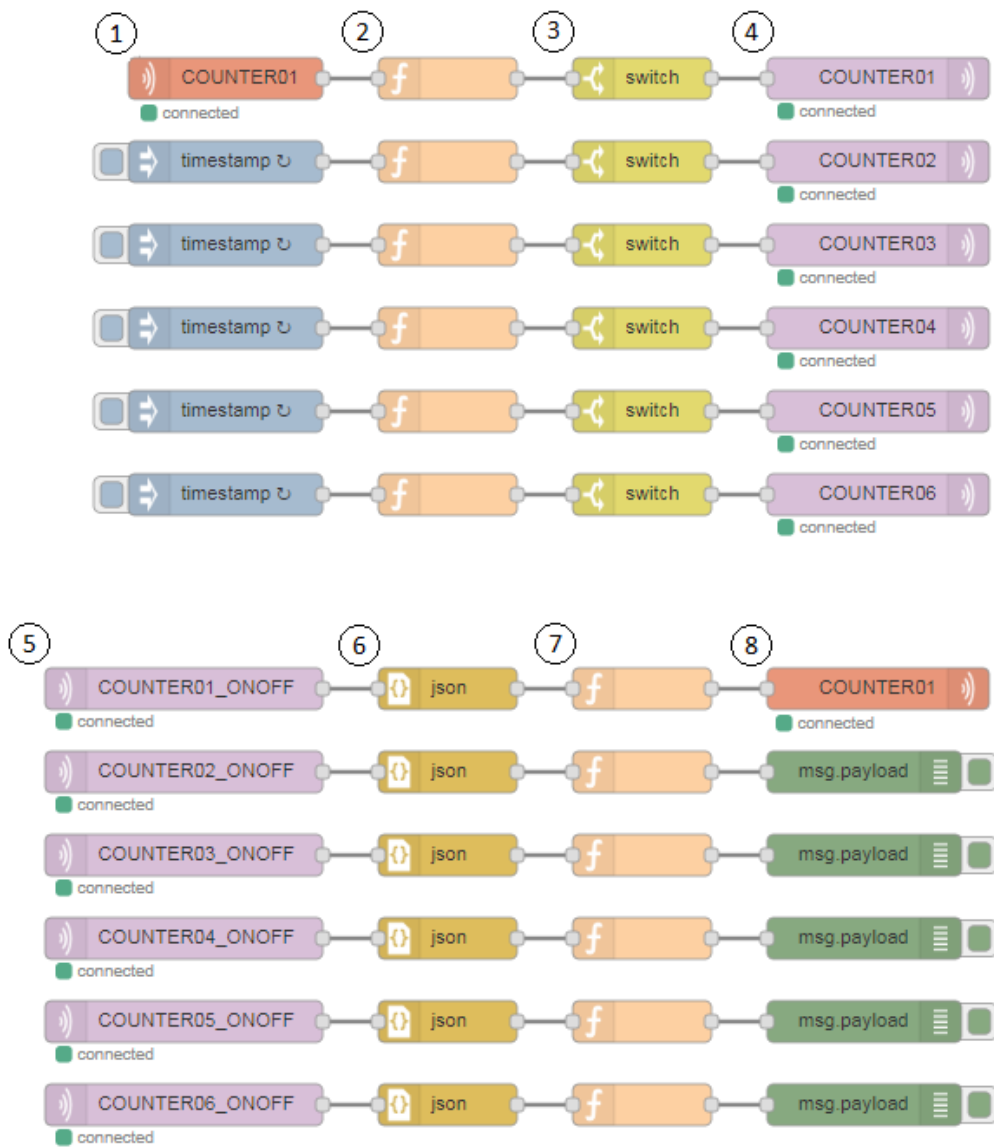
Es pot programar amb varis llenguatges, però node-red fa que la programació sigui molt senzilla. Descarregant les llibreries corresponents permet que la comunicació amb els protocols industrials sigui molt senzilla.

A continuació hi ha els paquets que s'han instal·lat:

```
cd
mkdir .node-red
cd .node-red
npm install node-red-dashboard
npm install -g node-red-contrib-modbus
npm install mraa
npm install galileo-io
npm install node-red-contrib-gpio
npm install node-red-contrib-upm
npm install node-red-contrib-modbustcp
npm install moment
npm install jsupm_grove
npm install jsupm_curieimu
npm install jsupm_servo
npm install jsupm_i2clcd
npm install serialport
npm install node-red-admin
npm install node-red-contrib-bigtimer
npm install node-red-contrib-esplogin
npm install node-red-node-sqlite
npm install node-red-contrib-timeout
npm install node-red-node-openweathermap
npm install node-red-contrib-timeout
npm install node-red-node-openweathermap
```

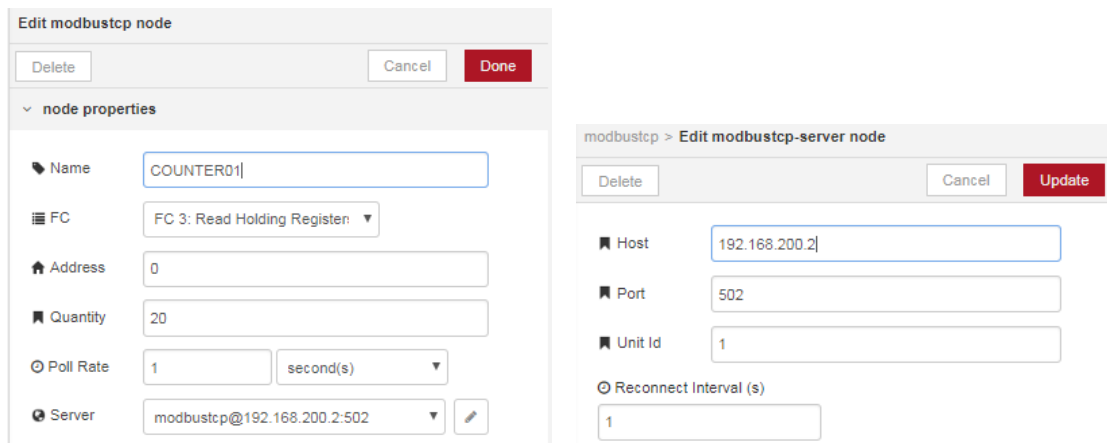
### 5.3.2 Desenvolupament

La programació que porta el gateway és la següent:



S'explicaran les funcions de cada "node" individualment.

1. Lectura del comptador. Llegeix les dades que envia el comptador a través de Modbus TCP. Com que només es disposa d'un comptador, la resta de nodes envien un missatge cada 5 segons, per tal de que la següent funció s'executi.



**Figura 35: Node ModbusTCP de lectura**

2. Funció tractament de dades llegides. En cas de que el comptador llegeixi dades reals de Modbus, s'executa la següent funció:

```

var date = ('00' + (date.getMonth()+1)).slice(-2) + '/' + ('00' + date.getDate()).slice(-2) + '/'
+ (date.getFullYear() + '' + ('00' + date.getHours()).slice(-2) + ':' + ('00' +
date.getMinutes()).slice(-2) + ':' + ('00' + date.getSeconds()).slice(-2));
var cnt = msg.payload[2] //Estat del comptador
pv_05=msg.payload[0] //Partícules de 0,5 µm
pv_5 = msg.payload[0] //Partícules de 5 µm
var msg = {payload: { //Generem el missatge
  "datetime": date,
  "pv_05": pv_05,
  "pv_5": pv_5,
  "counting": cnt
}};
var last=flow.get('C01_Last'); //Últim estat del comptador
if (last===0){
  msg={payload: ""}; //Si ja estava parat enviem ""
}
flow.set('C01_Last',cnt); //Actualitzem últim estat
return msg;

```

En cas de que el comptador sigui simulat, generem valors aleatoris, i fem que l'estat del comptador estigui guardat localment en el gateway.

```

var date = ('00' + (date.getMonth()+1)).slice(-2) + '/' + ('00' + date.getDate()).slice(-2) + '/'
+ (date.getFullYear() + '' + ('00' + date.getHours()).slice(-2) + ':' + ('00' +
date.getMinutes()).slice(-2) + ':' + ('00' + date.getSeconds()).slice(-2));
var cnt = flow.get('C01_ONOFF'); //Estat del comptador guardat
var pv_05 = 0;
var pv_5 = 0;
if (cnt) {

```

```

pv_05=Math.round(Math.random()*300); //Si el comptador està engegat,
pv_5 =Math.round(Math.random()*50); //generem valors de part. aleatoris
}
var msg = {payload: { //Generem el missatge
  "datetime": date,
  "pv_05": pv_05,
  "pv_5": pv_5,
  "counting": cnt
}};
var last=flow.get('C01_Last'); //Últim estat del comptador
if (last===0){
  msg={payload: ""}; //Si ja estava parat enviem ""
}
flow.set('C01_Last',cnt); //Actualitzem últim estat
return msg;

```

3. Filtratge. Fem que els únics missatges que s'enviïn siguin diferents que "".

The screenshot shows the 'Edit switch node' configuration interface. Under 'node properties', the 'Name' field contains 'Name'. The 'Property' dropdown is set to 'msg.payload'. Below this, a filter rule is configured as '!= 'a-z'', with a dropdown arrow pointing to the right and a '1' in a box next to it.

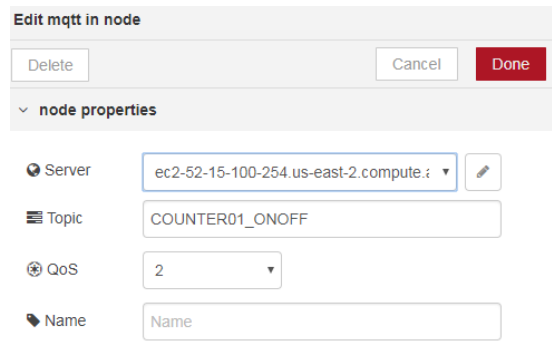
Figura 36: Node Switch

4. Enviament MQTT. Envia les dades que rep a través del protocol MQTT. El tòpic és el corresponent comptador. S'envia al broker instal·lat a la màquina virtual d'Amazon a través del port 1883.

The image contains two screenshots of MQTT node configuration. The left screenshot, titled 'Edit mqtt out node', shows 'node properties' with 'Server' set to 'ec2-52-15-100-254.us-east-2.compute.a', 'Topic' as 'COUNTER01', 'QoS' as '2', and 'Name' as 'Name'. The right screenshot, titled 'mqtt out > Edit mqtt-broker node', shows 'Connection' settings with 'Server' as 'ec2-52-15-100-254.us-east-2.compu', 'Port' as '1883', 'Client ID' as 'Leave blank for auto generated', 'Keep alive time (s)' as '60', and 'Use legacy MQTT 3.1 support' checked.

Figura 37: Node MQTT d'enviament

5. Lectura MQTT. Rep un 1 o un 0 en funció si s'ha premut el botó d'engegar o de parar de cada comptador.



**Figura 38: Node MQTT de lectura**

6. Json: Transforma la cadena de caràcters rebuda a format json.

```
flow.set('C01_Last',flow.get('C01_ONOFF')); //Guarda el estat anterior
flow.set('C01_ONOFF',msg.payload); //Guarda el nou estat
msg.payload = flow.get('C01_ ONOFF ');
return msg; //Retorna el nou estat guardat
```

7. Visualització: Mostra en el debug el missatge que rep de la funció anterior. Serveix en desenvolupament per detectar errors.

## 5.4 Web

Com s'ha comentat en apartats anteriors, l'aplicació corre a una màquina virtual de Amazon Web Services. Descarregant l'arxiu de connexió remota i amb les credencials corresponents, s'accedeix a la màquina virtual.

- IP: http://52.15.100.254
- Nom: ec2-52-15-100-254.us-east-2.compute.amazonaws.com

En aquest cas, s'ha utilitzat una màquina molt senzilla amb Windows 2012 Server amb l'SQL instal·lat.



## View basic information about your computer

### Windows edition

Windows Server 2012 R2 Standard

© 2013 Microsoft Corporation. All rights reserved.



### System

Processor: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2676 v3 @ 2.40GHz 2.40 GHz  
Installed memory (RAM): 1.00 GB  
System type: 64-bit Operating System, x64-based processor  
Pen and Touch: No Pen or Touch Input is available for this Display

### Computer name, domain, and workgroup settings

Computer name: WIN-F49HC88EGKU  
Full computer name: WIN-F49HC88EGKU  
Computer description:  
Workgroup: WORKGROUP

Change settings

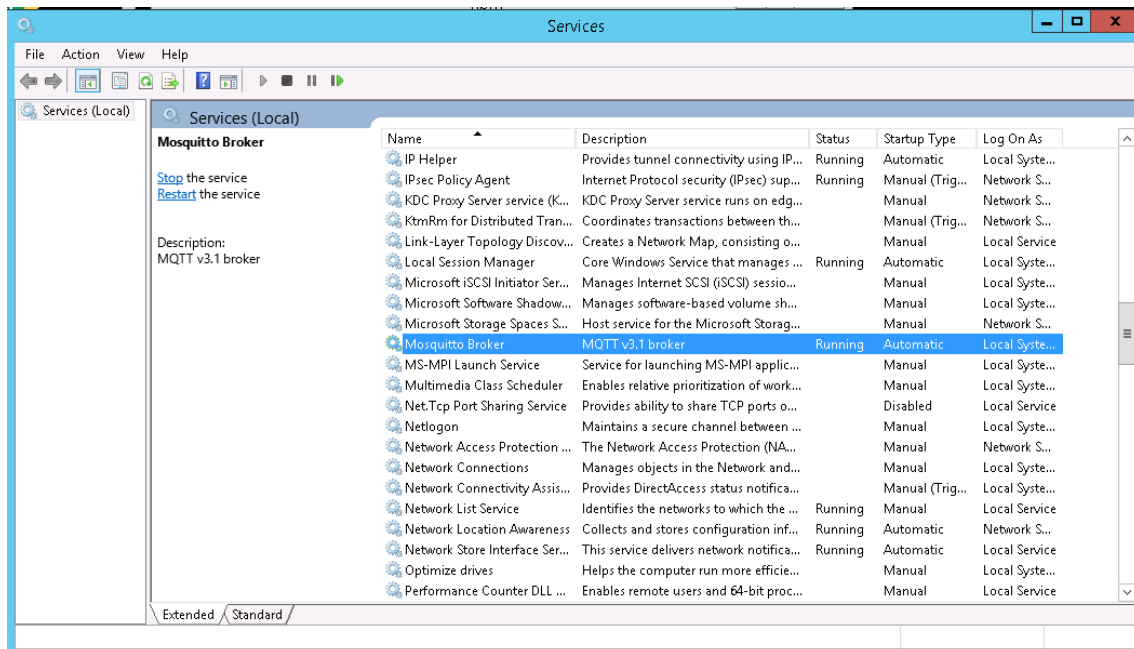
### Windows activation

Windows is activated [Read the Microsoft Software License Terms](#)

Product ID: 00252-70000-00000-AA535

[Change product key](#)

S'hi ha instal·lat el Mosquito, per tal de tenir el broker MQTT en aquesta màquina. S'ha instal·lat com a servei, per tal de que quan es reiniciï la màquina, el servei de broker MQTT s'iniciï automàticament.



També s'ha instal·lat node.js per tal de córrer el back-end.

### 5.4.1 Back-end

S'ha utilitzat node.js com a llenguatge de programació.

El nom de l'arxiu es "main.js" i esta guardat a la carpeta server.

A continuació es pot veure l'arxiu Package.json del projecte.

```
{
  "name": "tfm",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "test": "echo \\\"Error: no test specified\\\" && exit 1",
    "start": "nodemon server/main.js"
  },
  "keywords": [],
  "author": "",
  "license": "ISC",
  "dependencies": {
    "@chenfengyuan/datepicker": "^1.0.2",
    "express": "^4.16.4",
    "jquery": "^3.3.1",
    "moment": "^2.23.0",
    "mqtt": "^2.18.8",
    "msnodesqlv8": "^0.6.11",
    "mssql": "^4.3.0",
    "node-localstorage": "^1.3.1",
    "socket.io": "^2.1.1",
  },
  "devDependencies": {
    "nodemon": "^1.18.7"
  }
}
```

S'ha utilitzat nodemon per al desenvolupament, per tal de que es reiniciï automàticament el servidor quan hi ha canvis al back-end.

A continuació hi ha un llistat dels paquets utilitzats:

- Express: El framework web per a node.js, estableix a quin port es vol publicar la aplicació.
- Mssql: Permet la connexió amb el SQL per tal de poder fer consultes e insertar dades.

- JQuery: S'ha utilitzat el framework jquery per facilitar el desenvolupament de funcions.
- Mqtt: Permet la comunicació amb el comptador de partícules.
- Moment: Serveix per formatejar les dates.
- Datepicker: A la pantalla de informes, hi ha dos datepickers que permeten seleccionar les dates.
- Socket.io: Permet la comunicació entre back-end i front-end.
- LocalStorage: Permet guardar informació localment en el dispositiu.

A continuació hi ha explicades en detall les funcionalitats que té el back-end.

#### 5.4.1.1 Login

Quan l'usuari es vol logar, a través de un socket el back-end rep la petició i consulta a la base de dades si l'usuari i contrasenya son correctes. En cas de ser correctes, el back-end envia al front-end quin usuari s'ha logat.

El servidor rep la següent petició:

```
socket.on('credentials', function(data) { ...})
```

Executa una consulta al SQL:

```
SELECT Username, Password, GroupUsers FROM [TFM].[dbo].[001_Users] WHERE Username = '"+data.user + "'
```

On la variable data.user és la variable rebuda a la petició.

Finalment si l'usuari i la contrasenya introduïdes per l'usuari són correctes, emet via socket la informació de l'usuari logat:

```
socket.emit('userinfo', userinfo);
```

#### 5.4.1.2 MQTT

A través de la llibreria mqtt, el back-end funciona com a client MQTT.

```
var mqtt = require("mqtt");
var client = mqtt.connect("mqtt://ec2-52-15-100-254.us-east-2.compute.amazonaws.com:1883");
```

Aquest client MQTT, es subscriu als tòpics dels comptadors per tal de que quan el broker rebí dades en aquests tòpics les rebí el back-end.

```

client.on("connect", function () {
  client.subscribe("COUNTER01");
  client.subscribe("COUNTER02");
  client.subscribe("COUNTER03");
  client.subscribe("COUNTER04");
  client.subscribe("COUNTER05");
  client.subscribe("COUNTER06");
})

```

Quan es rep un missatge a un dels temes que el client MQTT esta subscript, s'executa la següent funció:

```

client.on("message", function (topic, message) { ... }

```

Rebem del broker tan el tòpic com el missatge. Segons quin hagi sigut el tòpic, es fa una cosa o una altre.

Seguidament hi ha un exemple del que es fa quan es rep un missatge al tòpic "COUNTER01".

```

var data = JSON.parse(message);
if (topic == "COUNTER01"){
  var COUNTER01 = [{
    pv_05: data.pv_05,
    pv_5: data.pv_5,
    counting: data.counting
  }];
  io.emit('COUNTER01', COUNTER01);
  sql.close();
  sql.connect(config, function (err) {
    if (err) console.log(err);
    var request = new sql.Request();
    request.query("INSERT INTO [TFM].[dbo].[002_PV] ([DateTime],
[COUNTER], [PV_05], [PV_5]) VALUES ('"+ data.datetime+"','COUNTER01','+
Number(data.pv_05)+'','"+ Number(data.pv_5)+"')", function (err, recordset) {
      if (err) console.log(err);
    });
  });
}

```

Cada cop que el client MQTT del back-end rep un missatge, aquest ho envia al front-end a través de un socket i paral·lelament ho guarda a la base de dades.

Quan l'usuari vol encendre o apagar un comptador, el back-end rep la següent petició:

```

//Engegar comptador
socket.on('on', function(data) {
    var topic = "COUNTER0"+data.counter+"_ONOFF"; //Topic Name
    client.publish(topic, "{onoff:1}");           //Publish to MQTT broker
});
//Apagar comptador
socket.on('off', function(data) {
    var topic = "COUNTER0"+data.counter+"_ONOFF"; //Topic Name
    client.publish(topic, "{onoff:0}");           //Publish to MQTT broker
});

```

Des de el front-end també s'ha generat una petició per generar un event d'aquesta acció de l'usuari.

#### 5.4.1.3 Hora

Aquesta funció s'utilitza en diversos punts del back-end. La seva funció és retornar la data i hora actuals amb el format 'MM/DD/YYYY HH:mm:ss'.

```

function getTime(){
    var date = new Date();
    date = date.getTime();
    var datestring = moment().format('MM/DD/YYYY HH:mm:ss');
    return datestring;
}

```

#### 5.4.1.4 Esdeveniments

Cada cop que l'usuari fa una acció des de el front-end, es fa una petició al back-end per a que aquest guardi un registre al SQL.

Exemple dels paràmetres que s'envien per tal de fer aquesta petició:

```

var event = {
    tag: "C04_SP_05",
    description: "The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.",
    user: "test",
    value: 20,
    oldvalue: 10
}

```

Aquesta variable s'envia per socket al back-end.

```
//Event request
socket.on('event', function(data) {
    sql.close();
    sql.connect(config, function (err) { //Send the event to SQL
        if (err) console.log(err);
        var request = new sql.Request();
        request.query("INSERT [TFM].[dbo].[005_Events] ([Datetime], [Tag],
[Description], [Username], [Value], [OldValue]) VALUES ('"+ getTime()+"', '"+ data.tag +
'", '"+ data.description + "', '"+ data.user + "', '"+ data.value + "', '"+ data.oldvalue + "')");
        function (err, recordset) {
            if (err) console.log(err);
        };
    });
});
});
```

#### 5.4.1.5 Alarms

Cada 2 segons es comprova si el valor dels diferents “process value” és major que el valor del corresponent SP d’alarma.

```
function checkAlarms (){ ... }
setInterval(checkAlarms, 2000);
```

En cas de que sigui més alt, i l’alarma no estigués activa, es genera l’alarma i s’envia tant al front-end com al SQL.

```
io.emit('ALARMS', COUNTERS_ALARMS); //Send to the front-end
sql.close();
sql.connect(config, function (err) { //Save the alarm to SQL
    if (err) console.log(err);
    var request = new sql.Request();
    request.query("INSERT INTO [TFM].[dbo].[004_Alarms] ([DateTimeON],
[Counter], [Description], [Type]) VALUES ('"+ getTime()
+"', 'COUNTER0"+counter+"', 'Alarm High Counter 0"+counter+" PV 0,5 µm', 'Hi_05')");
    function (err, recordset) {
        if (err) console.log(err);
    };
});
});
```

En cas de que el “process value” sigui més petit que el SP d’alarma i hi hagués una alarma activa, es desactiva l’alarma, s’envia al front-end i es fa un UPDATE al SQL per tal d’actualitzar la data i hora de retorn de l’alarma.

```

io.emit('ALARMS', COUNTERS_ALARMS); //Send to the front-end
sql.close();
sql.connect(config, function (err) { //Update the return date of the alarm in the SQL
    if (err) console.log(err);
    var request = new sql.Request();
    request.query("UPDATE [TFM].[dbo].[004_Alarms] set DateTimeOFF = '"+
getTime() +" where Id = (SELECT MAX (Id) FROM [TFM].[dbo].[004_Alarms] where
Counter = 'Counter0"+counter+" and Type = 'Hi_05')", function (err, recordset) {
        if (err) console.log(err);
    });
});
});

```

#### 5.4.1.6 Historical data

A la pantalla d'alarmes, d'esdeveniments i d'informes, es fan consultes al SQL que retornen una taula a mostrar per pantalla. En tots els casos, el front-end envia una petició al back-end, i aquest fa les diferents consultes.

Consulta de la pantalla d'alarmes:

```

SELECT TOP 50 DateTimeON, Counter, Description, DateTimeOFF FROM
[TFM].[dbo].[004_Alarms] order by Id desc

```

Consulta de la pantalla d'esdeveniments:

```

SELECT TOP 50 DateTime, Tag, Description, Username, Value, OldValue FROM
[TFM].[dbo].[005_Events] order by Id desc

```

Consultes de la pantalla d'informes:

```

SELECT TOP 10 DateTimeON, Counter, Description, DateTimeOFF FROM
[TFM].[dbo].[004_Alarms] WHERE DatetimeON >= '"+ data.date1 + "' and DatetimeON
<= '"+ data.date2 + "' "+filter+" order by Id desc

```

```

SELECT DateTime, Tag, Description, Username, Value, OldValue FROM
[TFM].[dbo].[005_Events] WHERE Datetime >= '"+ data.date1 + "' and Datetime <= '"+
data.date2 + "' "+filterevents+" order by Id desc

```

```

SELECT DateTime, Counter, PV_05, PV_5, Counting FROM [TFM].[dbo].[002_PV] WHERE
Datetime >= '"+ data.date1 + "' and Datetime <= '"+ data.date2 + "' "+filter+" order by
Id desc

```

En blau es poden veure els paràmetres variables de la consulta. La data d'inici del informe i la data de fi, i un filtre de comptador.

#### 5.4.1.7 Paràmetres

Quan un usuari modifica algun paràmetre, s'envia al back-end la informació perquè actualitzi la taula de SP i generi un event.

```
UPDATE [TFM].[dbo].[003_SP] SET "+ data.column + " = " + data.value + " WHERE Counter = 'COUNTER0"+ data.counter +"
```

En blau hi ha les variables de la consulta, data.column és el nom de la columna, data.value és el nou valor del paràmetre i data.counter és el número del comptador.

Finalment es genera un esdeveniment amb l'antic valor del SP, el nou valor del SP i l'usuari que l'ha modificat.

#### 5.4.2 Front-end

S'ha programat amb html, css i javasacript. S'ha utilitzat el framework javascript jquery, per tal de facilitar la programació amb javascript.

S'accedeix al back-end a través de la IP 52.15.100.254 per el port 80.

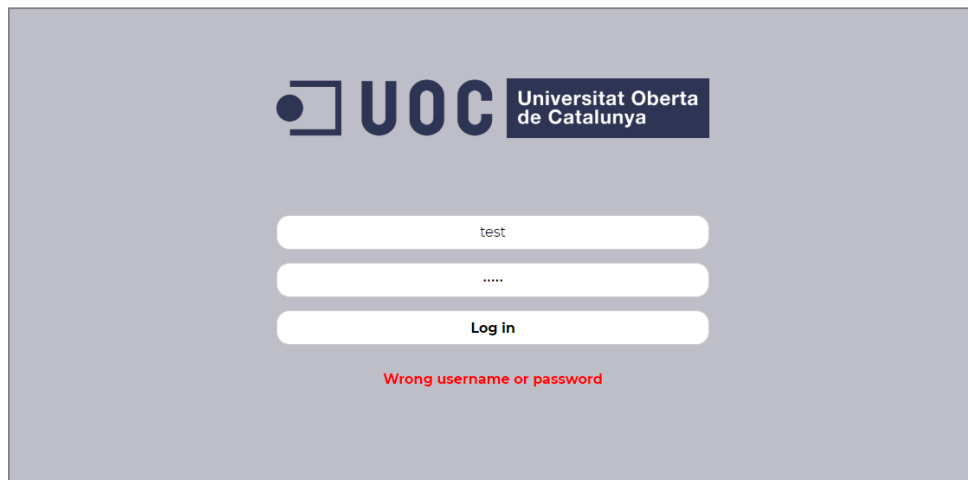
Primer de tot, apareix una pantalla per logar-se.



**Figura 39: Pàgina login**

En cas de que l'usuari o la contrasenya siguin incorrectes, apareix un missatge d'error.





**Figura 40: Missatge error login**

Un cop l'usuari s'ha logat, accedeix a la pàgina principal. Allà es veu un resum de l'estat actual dels 6 comptadors.

Des d'aquesta pantalla s'encenen els comptadors, es configuren els nivells màxims de partícules per tal de que saltin les alarmes i es veu en temps real els valors llegits.

Com ja s'ha comentat, el primer comptador és el real, i en els altres el gateway simula els valors. A sota de la pantalla es pot veure un botó que quan es prem envia una petició al gateway per a que simuli les dades. Per a llegir partícules, primer s'han de engegar els comptadors, sinó el gateway enviarà un valor de 0 partícules.

**Figura 41: Pàgina principal**

A la pàgina d'alarmes es pot veure un llistat de les últimes 50 alarmes que hi ha hagut.

A la primera columna hi ha la data i hora que l'alarma ha saltat, seguidament el nom del comptador, una descripció i la data i hora que l'alarma ha retornat. Si l'alarma no ha retornat, es mostra el text "Not returned".

Alarms

Date Time	Counter	Description	Date Time Return
23/12/2018 03:57:38	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 0,5 µm	23/12/2018 03:57:44
23/12/2018 03:57:18	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 5 µm	23/12/2018 03:57:28
23/12/2018 03:57:12	COUNTER04	Alarm High Counter 04 PV 5 µm	23/12/2018 03:57:22
23/12/2018 03:57:10	COUNTER02	Alarm High Counter 02 PV 5 µm	Not returned
23/12/2018 03:57:08	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 0,5 µm	Not returned
23/12/2018 03:57:06	COUNTER05	Alarm High Counter 05 PV 0,5 µm	23/12/2018 03:57:36
23/12/2018 03:54:59	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 5 µm	Not returned
21/12/2018 02:05:47	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 0,5 µm	Not returned
21/12/2018 02:04:48	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:21
21/12/2018 02:04:47	COUNTER05	Alarm High Counter 05 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:19
21/12/2018 02:04:44	COUNTER04	Alarm High Counter 04 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:17
21/12/2018 02:04:40	COUNTER03	Alarm High Counter 03 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:15
21/12/2018 02:04:38	COUNTER02	Alarm High Counter 02 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:11
21/12/2018 02:04:31	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 5 µm	21/12/2018 02:05:09
21/12/2018 01:48:30	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 5 µm	21/12/2018 01:50:26
21/12/2018 01:48:28	COUNTER02	Alarm High Counter 02 PV 5 µm	Not returned
21/12/2018 01:46:08	COUNTER05	Alarm High Counter 05 PV 5 µm	21/12/2018 01:48:48
21/12/2018 01:45:47	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 0,5 µm	21/12/2018 01:48:52
21/12/2018 01:45:24	COUNTER04	Alarm High Counter 04 PV 5 µm	Not returned
21/12/2018 01:44:58	COUNTER02	Alarm High Counter 02 PV 0,5 µm	Not returned
21/12/2018 01:44:42	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 0,5 µm	Not returned
19/12/2018 06:36:38	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 0,5 µm	19/12/2018 06:36:46
17/12/2018 10:29:43	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 0,5 µm	Not returned

Figura 42: Pàgina d'alarmes

A la pàgina d'esdeveniments, es mostra una taula amb els últims 50 esdeveniments que hi ha hagut.

Per a cada esdeveniment es veu la data i hora que s'ha produït, el tag (identificatiu), una descripció, l'usuari que l'ha fet, el valor nou del tag i l'antic.

Events

Date Time	Tag	Description	User	Value	Old Value
24/12/2018 09:50:38	C05_ONOFF	Counter 05 has been turned on.	test	1	0
24/12/2018 09:49:17	User	User test of group Administrators has logged in.	test	test	-
24/12/2018 09:45:10	User	User test of group Administrators has logged in.	test	test	-
24/12/2018 09:44:54	User	User test2 of group Administrators has logged off.	test2	-	test2
24/12/2018 09:44:44	User	User test2 of group Administrators has logged in.	test2	test2	-
24/12/2018 08:25:17	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned off.	test	0	1
24/12/2018 08:25:16	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned on.	test	1	0
24/12/2018 08:24:39	C01_SP_05	The SP value of particles of 0.5 µm has been modified.	test	300	350
24/12/2018 08:24:17	User	User test of group Administrators has logged in.	test	test	-
23/12/2018 05:37:08	User	User test of group Administrators has logged in.	test	test	-
23/12/2018 05:00:37	C03_ONOFF	Counter 03 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:56:29	C02_ONOFF	Counter 02 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:50:27	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:49:51	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:49:43	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:47:25	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:47:09	C05_ONOFF	Counter 05 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:47:07	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:46:44	C04_ONOFF	Counter 04 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:46:25	C01_ONOFF	Counter 01 has been turned off.	test	0	1
23/12/2018 04:46:25	C02_ONOFF	Counter 02 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:46:24	C03_ONOFF	Counter 03 has been turned on.	test	1	0
23/12/2018 04:46:22	C06_ONOFF	Counter 06 has been turned on.	test	1	0

Figura 43: Pàgina d'esdeveniments

Finalment, l'aplicació permet treure un informe donades unes dates on es visualitzen les alarmes que van saltar entre els dos períodes, els esdeveniments que es van produir i els valors històrics llegits entre aquestes dues dates.

Reports

Start Date: 24/12/2018 12:00:00 End Date: 24/12/2018 12:18:00 All View Report

Alarms

Date Time	Counter	Description	Date Time Return
24/12/2018 12:15:21	COUNTER04	Alarm High Counter 04 PV 5 µm	24/12/2018 12:18:07
24/12/2018 12:15:17	COUNTER05	Alarm High Counter 05 PV 0,5 µm	24/12/2018 12:18:03

Events

Date Time	Tag	Description	User	Value	Old Value
24/12/2018 12:15:40	C03_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	300
24/12/2018 12:15:26	C03_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	300
24/12/2018 12:15:25	C03_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	300
24/12/2018 12:15:20	C04_SP_05	The SP value of particles of 5 µm has been modified.	test	5	500
24/12/2018 12:15:16	C05_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	50	500
24/12/2018 12:10:48	C03_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	420
24/12/2018 12:09:28	C01_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	150
24/12/2018 12:09:07	C01_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	150	300
24/12/2018 12:09:00	C01_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been modified.	test	300	350

Historical Data

Date Time	Counter	PV 0,5 µm	PV 5 µm	Counting
24/12/2018 12:13:15	COUNTER02	0	0	0
24/12/2018 12:13:15	COUNTER06	100	10	1
24/12/2018 12:13:15	COUNTER05	100	10	1
24/12/2018 12:13:15	COUNTER04	100	10	1
24/12/2018 12:13:15	COUNTER03	100	10	1
24/12/2018 12:13:15	COUNTER02	100	10	1
24/12/2018 12:13:15	COUNTER01	100	10	1

Log off

Figura 44: Pàgina d'informes

5.4.3 SQL

S'ha creat una base de dades utilitzant Microsoft SQL Server 2016, instal·lat al servidor. S'ha creat l'usuari de SQL sa, que és des de el qual es connecta el back-end.

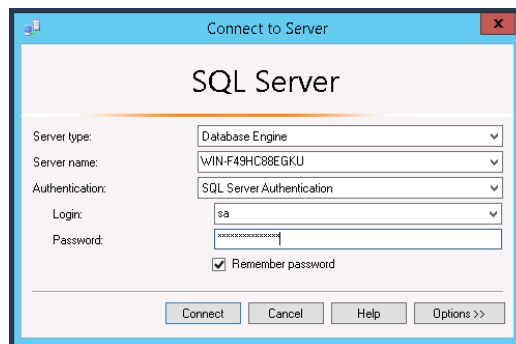
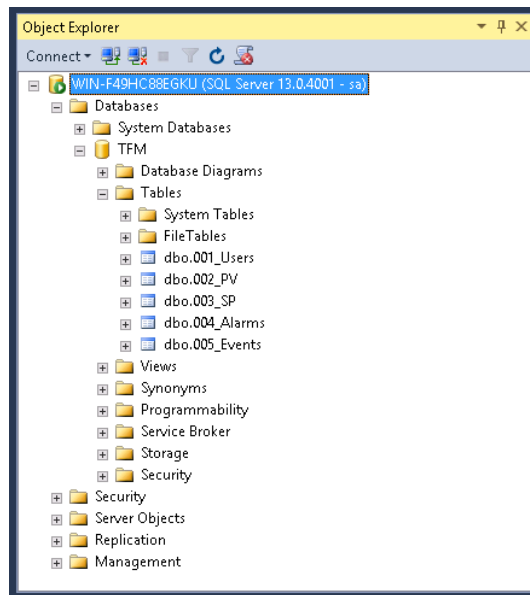


Figura 45: Credencials connexió SQL

La base de dades s'ha anomenat TFM, i té les següents taules.



**Figura 46: Database**

A totes les taules s'ha afegit una columna Id, que serveix per tenir un control de l'ordre d'inserció de les diferents files. També es una seguretat per saber si s'ha esborrat alguna fila, ja que la llei farmacèutica no permet esborrar registres.

A continuació hi ha una explicació de les diferents taules que hi ha a la base de dades i quina és la seva funcionalitat.

#### 5.4.3.1 Taula 001\_Users

Aquesta taula té guardats els diferents usuaris amb la seva contrasenya, així com al grup al que pertanyen. De moment tots els usuaris tenen els mateixos permisos dins l'aplicació, però si s'afegeixen noves funcionalitats, segons el grup d'usuari al que pertanyen es s'habilitaran o no les diferents funcionalitats.

A continuació es poden veure les diferents columnes de la taula i el tipus de dades que són.

```
CREATE TABLE [dbo].[001_Users](
  [ID] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
  [Username] [varchar](100) NOT NULL,
  [Password] [varchar](100) NOT NULL,
  [GroupUsers] [varchar](100) NOT NULL
)
```

GO

De moment s'han creat diferents usuaris, es poden veure a la següent figura.

	ID	Username	Password	GroupUsers
1	1	test	test	Administrators
2	2	test1	test1	Administrators
3	3	test2	test2	Administrators
4	4	test3	test3	Administrators

**Figura 47: Valors taula 001\_Users**

S'han creat amb la finalitat de diferenciar a la taula d'esdeveniments quin usuari ho ha fet, ja que tots els usuaris poden accedir a totes les funcionalitats.

#### 5.4.3.2 Taula 002\_PV

Aquesta taula va guardant els valors que es reben a través de MQTT dels comptadors de partícules. Es guarda la data i hora, el nivell de partícules de 0,5 µm, el nivell de partícules de 5 µm i si el comptador està comptant o no.

Aquesta taula es llegeix quan es vol fer un informe, que consulta els valors entre dues dates seleccionades i filtra per comptadors.

A continuació es poden veure les diferents columnes de la taula i el tipus de dades que són.

```
CREATE TABLE [dbo].[002_PV](
  [ID] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
  [Datetime] [datetime] NULL,
  [Counter] [varchar](50) NULL,
  [PV_05] [int] NULL,
  [PV_5] [int] NULL,
  [Counting] [int] NULL
)
GO
```

A la següent figura, es pot veure un exemple de valors guardats en aquesta taula.

	ID	Datetime	Counter	PV_05	PV_5	Counting
1	77	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER05	167	24	1
2	76	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER06	57	13	1
3	75	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER04	467	65	1
4	74	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER03	0	0	0
5	73	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER02	351	17	1
6	72	2018-12-01 14:23:15.000	COUNTER01	475	17	1

**Figura 48: Valors taula 002\_PV**

### 5.4.3.3 Taula 003\_SP

Aquesta taula té guardats els valors actuals dels “Set Points” de alarma de cada comptador.

Aquesta taula es llegeix quan s'obre la pàgina principal, per tal de que el front-end tingui els valors i s'actualitza quan un usuari modifica el valor d'algun dels paràmetres.

Per a cada comptador, hi ha un paràmetre màxim de partícules de 0,5 µm i un altre de partícules de 5 µm.

A continuació es poden veure les diferents columnes de la taula i el tipus de dades que són.

```
CREATE TABLE [dbo].[003_SP](
  [ID] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
  [Counter] [varchar](50) NULL,
  [SP_PV_05] [int] NULL,
  [SP_PV_5] [int] NULL
)
```

GO

A la següent figura, hi ha els valors que hi ha actualment guardats a la taula per a cada un dels 6 comptadors.

	ID	Counter	SP_PV_05	SP_PV_5
1	1	COUNTER01	450	15
2	2	COUNTER02	300	20
3	3	COUNTER03	500	25
4	4	COUNTER04	200	40
5	5	COUNTER05	150	70
6	6	COUNTER06	600	30

**Figura 49: Valors taula 003\_SP**

### 5.4.3.4 Taula 004\_Alarms

Aquesta taula guarda totes les alarmes de l'aplicació. Per a cada alarma es guarda la data i hora que l'alarma ha saltat, el comptador que li ha saltat l'alarma, una descripció de l'alarma, la data que l'alarma ha retornat i el tipus, que només serveix a nivell intern per saber si una alarma és de 0,5 µm o de 5 µm.

Aquesta taula es llegeix tan a la pantalla d'alarmes, on es seleccionen les 50 últimes alarmes que han saltat, com a la pantalla de informes, on es seleccionen totes les alarmes que han saltat entre dues dates entrades per l'usuari.

```
CREATE TABLE [dbo].[004_Alarms](
```



```

)
GO

```

A la següent figura, hi ha les últimes alarmes que han saltat.

	ID	DatetimeON	Counter	Description	DatetimeOFF	Type
1	56	2018-12-21 02:05:47.000	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 0,5 µm	NULL	Hi_05
2	55	2018-12-21 02:04:48.000	COUNTER06	Alarm High Counter 06 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:21.000	Hi_5
3	54	2018-12-21 02:04:47.000	COUNTER05	Alarm High Counter 05 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:19.000	Hi_5
4	53	2018-12-21 02:04:44.000	COUNTER04	Alarm High Counter 04 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:17.000	Hi_5
5	52	2018-12-21 02:04:40.000	COUNTER03	Alarm High Counter 03 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:15.000	Hi_5
6	51	2018-12-21 02:04:38.000	COUNTER02	Alarm High Counter 02 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:11.000	Hi_5
7	50	2018-12-21 02:04:31.000	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 5 µm	2018-12-21 02:05:09.000	Hi_5
8	49	2018-12-21 01:48:30.000	COUNTER01	Alarm High Counter 01 PV 5 µm	2018-12-21 01:50:26.000	Hi_5

**Figura 50: Valors taula 004\_Alarms**

Com es pot veure a la taula anterior, la última alarma (Id 56) encara no ha retornat, és a dir, el comptador 01 té l'alarma de partícules de 0,5 µm activa.

#### 5.4.3.5 Taula 005\_Events

Aquesta taula guarda tots els esdeveniments de l'aplicació. Per a cada un es guarda la data i hora que s'ha produït, el tag (identificatiu de cada esdeveniment), una descripció de l'esdeveniment que s'ha produït, quin usuari ho ha fet, el nou valor i l'antic valor del tag de l'esdeveniment.

Aquesta taula es llegeix tan a la pantalla d'esdeveniments, on es seleccionen els 50 últims esdeveniments que s'han produït, com a la pantalla de informes, on es seleccionen tots els esdeveniments que s'han produït entre dues dates entrades per l'usuari.

```

CREATE TABLE [dbo].[005_Events](
  [ID] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
  [Datetime] [datetime] NULL,
  [Tag] [varchar](50) NULL,
  [Description] [varchar](500) NULL,
  [Username] [varchar](50) NULL,
  [Value] [varchar](500) NULL,
  [OldValue] [varchar](500) NULL
)
GO

```

A la següent figura, hi ha els últims esdeveniments que s'han produït a mode d'exemple.

	ID	Datetime	Tag	Description	Username	Value	OldValue
1	119	2018-12-21 02:22:35.000	C04_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been mo...	test1	100	200
2	118	2018-12-21 02:22:31.000	C03_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been mo...	test1	420	500
3	117	2018-12-21 02:22:27.000	User	User test1 of group Administrators has logged in.	test1	test1	-
4	116	2018-12-21 02:22:23.000	User	User test of group Administrators has logged off.	test	-	test
5	115	2018-12-21 02:22:17.000	C06_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been mo...	test	100	600
6	114	2018-12-21 02:22:14.000	C04_SP_05	The SP value of particles of 5 µm has been modif...	test	30	200
7	113	2018-12-21 02:22:11.000	C05_SP_05	The SP value of particles of 0,5 µm has been mo...	test	70	150
8	112	2018-12-21 02:22:08.000	C02_SP_05	The SP value of particles of 5 µm has been modif...	test	30	300
9	111	2018-12-21 02:22:07.000	C01_SP_05	The SP value of particles of 5 µm has been modif...	test	15	400

**Figura 51: Valors taula 005\_Events**

Es pot veure que inicialment el usuari test ha modificat alguns paràmetres de partícules, després s'ha deslogat i seguidament s'ha logat el usuari test1 i també ha modificat algun paràmetre.

## 6 Anàlisi financer

### 6.1 Costos inicials

Els costos inicials son les hores de l'estudi, el comptador de partícules i el gateway de Siemens.

En quan a les hores de l'estudi, s'han dividit en les diferents tasques explicades a l'apartat de planificació de treball, i s'ha posat un preu/hora de 65€, cost per hora mitjà que normalment es cobra als clients.

	Preu / hora (€/h)	Hores (h)	Preu (€)
Antecedents i estat de l'art	65	20	1300
Estudi de mercat	65	15	975
Model de negoci	65	15	975
Disseny de l'aplicació	65	35	2275
Programació de l'aplicació web	65	120	7800
Programació del Gateway	65	60	3900
Anàlisi financer	65	25	1625
Conclusions	65	30	1950
<b>Total</b>		<b>320</b>	<b>20800</b>

En quant el hardware és necessari el següent:

Referència	Descripció	Preu (€)	Unitats
6EP3330-6SB00-0AY0	SITOP LOGO!Power, 24 V / 0,6 A, fuente de alimentación estabilizada, entrada: AC 100-240 V (DC 110-300 V), salida: 24 V DC / 0,6 A	40	1
6ES7647-0AA00-1YA2	SIMATIC IOT2040, 2x 10/100 Mbit/s Ethernet RJ45; 1x USB2.0, 1x USB client; SD CARD slot; 24 V DC industrial power supply	170	1
AEROTARCK 7201	AEROTRAK REMOTE PARTICLE COUNTER 7201	3500 * 6	6
<b>Total</b>			<b>21210</b>

Per tant, el cost inicial total seria de:

$$C_{TOTAL} = C_{ESTUDI} + C_{HARDWARE} = 20\,800 + 21\,210 = 42\,010 \text{ €}$$

## 6.2 Cost del servei

El cost del servei seria el cost de la màquina virtual d'Amazon i un marge d'un 30%.

El cost mensual d'aquest més ha estat de 5'80\$, es a dir, 5'07€. Tenint en compte que la màquina ha estat funcionant aproximadament un 20% del temps, calculem el cost estimat mensual.

Detalles			+ Ampliar todo
<b>AWS Service Charges</b>			<b>\$5.80</b>
▶ Data Transfer			\$0.00
▼ Elastic Compute Cloud			\$4.79
▼ US East (Ohio)			<b>\$4.79</b>
Amazon Elastic Compute Cloud running Linux/UNIX			\$0.00
\$0.00 per Linux t2.micro instance-hour (or partial hour) under monthly free tier	372.119 Hrs		\$0.00
Amazon Elastic Compute Cloud running Windows			\$0.00
\$0.00 per Windows t2.micro instance-hour (or partial hour) under monthly free tier	631 Hrs		\$0.00
EBS			\$1.64
\$0.00 per GB-month of General Purpose (SSD) provisioned storage under monthly free tier	30 GB-Mo		\$0.00
\$0.10 per GB-month of General Purpose SSD (gp2) provisioned storage - US East (Ohio)	16.407 GB-Mo		\$1.64
Elastic IP Addresses			\$3.15
\$0.00 per Elastic IP address not attached to a running instance for the first hour	1 Hrs		\$0.00
\$0.005 per Elastic IP address not attached to a running instance per hour (prorated)	630 Hrs		\$3.15
Elastic Load Balancing - Application			\$0.00
\$0.0 per used Application load balancer capacity unit-hour (or partial hour) under monthly free tier	0.000361 LCU-Hrs		\$0.00
\$0.00 per Application LoadBalancer-hour (or partial hour) under monthly free tier	15 Hrs		\$0.00
Impuestos			
IVA que se recaudará			\$1.01

$$C_{MENSUAL} = \frac{C_{Actual}}{Tant \text{ x } 1 \text{ d'ús}} \cdot (1 + Tant \text{ x } 1 \text{ de marge}) = \frac{5,07}{0,2} \cdot (1 + 0,3) = 32,95 \text{ €/mes}$$

## 7 Conclusions

En aquest treball, s'ha utilitzat una tecnologia molt potent que sens dubte estarà present en la majoria de dispositius. En el món industrial, sobretot per el tema de la ciberseguretat i disponibilitat, és una tecnologia poc usada, però que pot aportar infinitats de beneficis, com poden ser reduir les parades de producció, reduir la inversió inicial, necessitat de molts menys recursos informàtics, manteniment preventiu...

La planificació s'ha seguit bastant, tot i que s'ha de dir que aquestes últimes setmanes, al haver-hi molts dies festius, s'han treballat moltes més hores que la resta de dies.

No s'han hagut de fer canvis respecte el plantejament inicial, però si que es podrien fer moltes millores com les següents:

- Generar alarmes de comunicacions
- Fer un buffer per si el gateway perd la comunicació s'enviïn les dades quan aquesta es recuperi
- Afegir més grups d'usuari i posar diferents nivells d'accés dins de l'aplicació
- Millorar la presentació a la hora de imprimir informes.
- Afegir més opcions de filtratge i visualització dels informes, per exemple afegir gràfiques.
- Millorar la ciberseguretat de la solució, actualment les dades entre gateway i la màquina virtual no van encriptades.
- Fer que els usuaris no estiguin guardats a una base de dades, sinó utilitzar els d'algun domini.

En aquest treball s'han adquirit molts coneixements, sobretot en el tema de comunicacions i de backend, que al màster es veu poc i és un dels punts forts d'aquesta aplicació.

I finalment una reflexió, tots tenim els diners guardats al núvol, i hi confiem. Per què l'industria no confia en guardar les dades i en canvi els diners sí?

## 8 Bibliografia

- [1] «El 21 CFR Part 11 en la industria farmacéutica y alimenticia,» 16 Octubre 2018. Disponible a: <https://www.quiminet.com/articulos/el-21-cfr-part-11-en-la-industria-farmaceutica-y-alimenticia-14883.htm>.
- [2] «Bones Pràctiques de Manufactura,» 15 Octubre 2018. Disponible a: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Bones\\_Pr%C3%A0ctiques\\_de\\_Manufactura](https://ca.wikipedia.org/wiki/Bones_Pr%C3%A0ctiques_de_Manufactura).
- [3] «Engisoft,» 22 Octubre 2018. Disponible a: <https://www.engisoft.com/>.
- [4] «Oasys,» 21 Octubre 2018. Disponible a: <https://oasys-sw.com/>.
- [5] «Entresistemas,» 21 Octubre 2018. Disponible a: <https://www.entresistemas.com/>.
- [6] «Bigfinite,» 23 Octubre 2018. Disponible a: <https://www.bigfinite.com/>.
- [7] «Understanding Cleanroom Classifications,» 17 Octubre 2018. Disponible a: <http://www.aroundlabnews.com/it/understanding-cleanroom-classifications/>.

## 9 Annexos

S'han adjuntat 3 annexes:

- TFM\_ANNEX01\_SIEMENS\_IOT2040\_Datasheet: Datasheet del gateway utilitzat
- TFM\_ANNEX02\_AEROTRACK\_7201\_Datasheet: Datasheet del comptador de partícules utilitzat.
- TFM\_ANNEX03\_Report: Exemple d'informe generat en pdf.

