

Desenvolupament i integració d'un sistema PUSH

Eloi Ballarà Madrid

Resum—El descobriment del Cloud, la ràpida evolució de tecnologies per amortitzar-lo i l'augment de l'ús dels smartphones, ha provocat la creació de multitud de serveis i eines que han esdevingut de molta utilitat. Un d'aquests serveis innovadors és el servei de notifikacions Push. Per a moltes companyies, aquest servei ha suposat una revolució perquè ha permès avisar als seus usuaris de forma ràpida i immediata. Algunes de les utilitats del sistema de notifikacions Push han estat les motivadores del desenvolupament d'aquest projecte. Per desenvolupar-lo, s'han analitzat les diferents possibilitats existents a l'hora d'integrar un sistema Push en una empresa. Posteriorment, s'ha desenvolupat una de les opcions. Un cop conclòs, amb la informació i els resultats obtinguts durant el projecte, s'han recollit diferents conclusions sobre els sistemes Push, com ara les alternatives disponibles, la utilitat d'aquests sistemes i les raons per escollir una alternativa o una altra.

Paraules clau— Tecnologia push, servei de notifikacions, informació a mida, model publicador / subscriptor.

Abstract—The discovery of the Cloud, the fast evolution of the technologies in order to use it and the increase of the smartphone users, has caused the creation of new services and very useful tools. One of this innovative services is the Push notification service. This service has been very useful for several companies, because it has let to warn its users using different ways. Some of the utilities of the system have been the motivations for developing this project. The different possibilities that currently are have been analyzed in order to integrate a Push system in a company and one of the options has been developed. With the information and results obtained during the project, we have recollected different conclusions facing the Push systems and adding information about the usefulness of these systems and the reasons for using them.

Index Terms— Push technology, notification service, customized information, model publisher / subscriber.



1 INTRODUCCIÓ

ACTUALMENT, quan parlem de notifikacions pensem en el missatge que rebem al mòbil alertant-nos d'un esdeveniment relacionat amb un tema que ens interessa. Alguns poden pensar, per exemple, en les notifikacions que es troben quan entren a "Facebook" (marcades amb color vermell) i altres, podrien pensar en el so que generen els seus smartphones cada vegada que tenen un missatge nou al "Whatsapp". Ambdós casos es consideren notifikacions, però en aquest treball ens volem centrar en el segon cas; el sistema que genera l'avís i permet alertar a un usuari quan hi ha quelcom que hauria de consultar.

Per gestionar aquest tipus de notifikacions, s'utilitza la Tecnologia Push [1]. Aquesta tecnologia és un tipus de comunicació a Internet on la petició s'origina al servidor. Aquest servei, s'utilitza sobretot amb les preferències

d'informació a gust de l'usuari (permet seleccionar la informació que es vol rebre). El model que s'utilitza és el de publicador/subscriptor (veure la Figura 1), que requereix que el client es subscriu als canals en els quals està interessat i el servidor s'encarregarà d'enviar la informació quan aquesta estigui disponible. Aquests sistemes poden ser molt beneficiosos perquè evita que els clients hagin de fer peticions innecessàries en busca d'informació.

Els sistemes de notifikacions Push són utilitzats per avisar als usuaris respecte canvis dels quals estan interessats i, en alguns casos, els és difícil aconseguir-ne informació. Aquests canvis poden ser: modificacions en una base de dades, l'actualització d'una aplicació, el comunicat oficial d'una empresa, publicitat, etc.

Els avisos es poden rebre de diverses maneres. En el cas dels smartphones, es poden rebre en forma de notifikació (l'aplicació que la rep genera un avís amb una breu descripció i l'usuari pot accedir al contingut complert) o bé, amb forma de missatge SMS. També es poden rebre per correu electrònic, que era la forma més freqüent fins

- E-mail de contacte: eloi.ballara@gmail.com
- Menció realitzada: *Tecnologies de la Informació*.
- Treball tutoritzat per: *Jordi Pons Aróztegui (Departament d'Enginyeria de la Informació i de les Comunicacions)*
- Curs 2014/15

l'aparició dels smartphones i Internet portàtil. Recentment, també s'estan començant a utilitzar noves formes per avisar als usuaris mitjançant les xarxes socials. Posem per cas la xarxa social "Twitter". El publicador cita a un usuari (afegint el seu nom al missatge en el format requerit per la xarxa, @NomUsuari) i el subscriptor rep l'avís generat per la xarxa social.

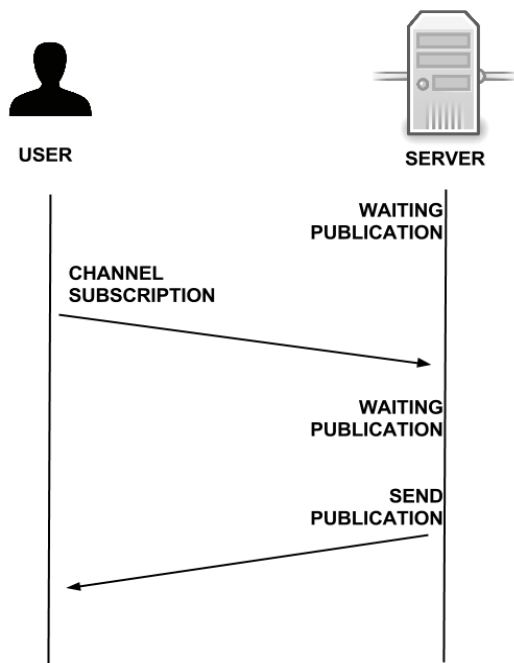


Figura 1: Model Publicador / Subscriptor

Aquest servei, aplicat a les tecnologies actuals, permet fidelitzar als usuaris amb les aplicacions que estan utilitzant. Per exemple, una empresa que ven diferents productes i disposa d'una aplicació, pot enviar notificacions a tots els usuaris que tenen l'aplicació instal·lada al seu dispositiu i han mostrat interès en algun tipus de producte concret. Això farà que el client obri l'aplicació per veure quines novetats o informació se li està oferint, ajudarà a que la torni a utilitzar i, fins i tot, pot descobrir algun contingut que no hauria vist sense l'ajut de la notificació.

Aquesta tecnologia és útil tant per l'usuari com per l'empresa ja que ambdós en poden sortir beneficiats sempre i quan l'usuari estigui interessat en els serveis que pot oferir l'empresa. Una vegada l'usuari ja no necessita els serveis de l'empresa, es pot donar de baixa del servei per evitar rebre notificacions.

Encara que aquest sistema sigui profitós per qualsevol empresa, té un inconvenient que pot originar efectes negatius de cara a l'usuari i que s'han d'evitar. Aquest inconvenient pot aparèixer quan l'aplicació envia més notificacions de les que l'usuari vol rebre. S'ha de tenir en compte que cada notificació enviada a un smartphone, interromp a l'usuari amb el que està fent en el moment que la rep i aquesta distracció pot suposar una molèstia. També pot ser incòmode per les persones que l'envolten, ja sigui en un tren com al mig d'una representació teatral. La cultura japonesa, per exemple, és molt rigorosa en

aquest aspecte i tracta d'aconseguir un estat d'harmonia, prohibint a les persones de l'ús del smartphone, als espais públics [2].

Hem de tenir present que encara que l'usuari podria silenciar les notificacions, la gran majoria no ho fa. Per aquesta raó, s'ha de tenir en compte quin és el servei que es vol oferir, quin tipus de notificacions es poden enviar i amb quina freqüència. A tall d'exemple, no són les mateixes notificacions les que envia "Whatsapp" de les que envia "Amazon". El primer cas té a veure amb la missatgeria i és pressuposa normal rebre moltes notificacions perquè tenen una importància semblant a la d'una trucada de telèfon. El segon cas, equival a una empresa comercial a la qual li interessa vendre els seus productes. Aquesta no pot enviar moltes notificacions diàries promocionant-se perquè podria perdre l'interès dels usuaris. No hi ha un estàndard a seguir però es poden tenir en compte diferents consells [3] per poder gestionar correctament les notificacions i evitar enviar-ne més del compte.

1.1 Objectius

L'objectiu principal que ens hem proposat en aquest treball ha estat estudiar les diferents alternatives disponibles a l'hora d'implementar un sistema de notificacions Push per a una empresa. Un cop acabat l'estudi s'ha de decidir si adaptar un sistema o desenvolupar-ne un perquè permeti gestionar l'enviament de notificacions als diferents dispositius que hi ha actualment al mercat.

Els Sistemes Operatius més utilitzats en smartphones i que hem volgut fer servir per realitzar l'enviament de notificacions són Android i iOS (a l'Apèndix A1 es pot trobar un estudi realitzat per l'International Data Corporation [4] sobre els Sistemes Operatius més utilitzats en smartphones). També s'ha tingut en compte l'enviament de notificacions via correu electrònic perquè és una forma d'arribar a més usuaris (el número d'usuaris que disposen de correu electrònic és més elevat que el número d'usuaris que tenen un smartphone, ja que és una tecnologia que existeix des de fa més anys).

Les notificacions es poden enviar utilitzant *unicast* (enviament a un únic usuari), *multicast* (enviament a un grup d'usuaris subscriptes a un mateix canal) i *broadcast* (enviament a tots els usuaris del sistema).

Un altre objectiu plantejat pel projecte és poder integrar el sistema escollit a un sistema real i poder veure si s'ha desenvolupat correctament, si compleix amb els requisits esperats, i si respon correctament davant un entorn real. Per poder assolir aquest objectiu, l'empresa on hem desenvolupat el projecte disposa dels recursos necessaris per poder assolir aquest objectiu.

1.2 Motivació

L'idea d'aquest projecte va sorgir dins el grup de treball de l'empresa on s'ha desenvolupat. S'estaven plantejant nous projectes per poder millorar el servei web que l'empresa està oferint i valorant diferents opcions. La idea

que més ens va cridar l'atenció va ser la creació d'un servei de notifikacions de poder tenir als usuaris al corrent de les novetats de la web.

L'empresa en la que s'ha desenvolupat el projecte és una empresa famosa en el sector audiovisual. Actualment estan preparant noves funcionalitats que poden ser molt interessants de cara l'usuari.

Mentre plantejàvem el projecte, vam sospesar la possibilitat d'utilitzar alguna empresa externa per tenir els beneficis del servei de notifikacions o la creació d'un servei de notifikacions des de zero. Per això vam decidir desenvolupar aquest projecte, per valorar les diferents alternatives i perquè era quelcom que sempre havíem tingut interès per conèixer i entendre. Ara teníem l'oportunitat de treballar-hi i la vam aprofitar.

1.3 Estat de l'art

El servei de notifikacions va aparèixer a través de l'empresa BlackBerry Limited [5], fundada amb el nom Research In Motion (RIM) el 1984. Els seus dispositius disposaven del NOC (Centre d'Operacions de Xarxa), es tractava d'una aplicació que notificava a l'usuari quan rebia un correu electrònic. L'aplicació gestionava els correus, alleugerava la potència de processament de l'aplicació perquè no mantenia una connexió persistent amb el servidor i lliurava els correus electrònics instantàniament. Es va superar a les aplicacions d'escriptori en velocitat i eficiència.

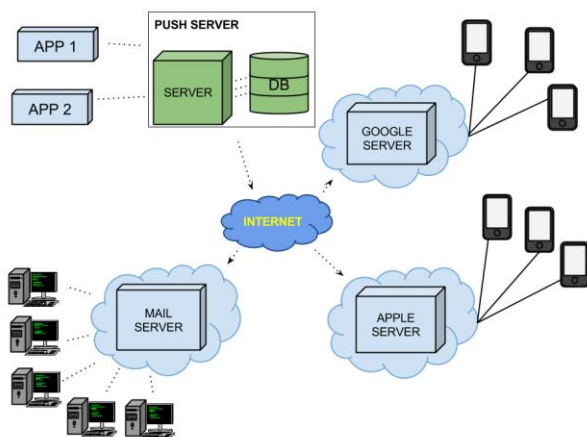


Figura 2: Representació d'un servei Push

Més endavant, les companyies Microsoft i Apple van introduir aquesta tecnologia als seus dispositius. Aprofitant l'augment de l'utilització dels smartphones, Apple va centrar-se en l'abast de les notifikacions i en va desenvolupar nous tipus que podrien tenir un paper important en els seus Sistemes Operatius (iOS i Mac OSX).

Actualment, poder utilitzar el servei de notifikacions és un avantatge molt important per a una empresa perquè permet arribar a usuaris poc concurrents i pot ser una gran estratègia de màrqueting [6].

Avui en dia qualsevol de les grans empreses d'Internet (Facebook, Twitter, Watsapp, Google, Amazon,

etc) implementen un sistema de notifikacions el qual cada usuari pot establir les seves preferències de cara les notifikacions que volen rebre. Aquest servei està disponible tant per correu electrònic com smartphone i permeten seleccionar a on es volen rebre.

A dia d'avui, hi ha diferents empreses que permeten gestionar les notifikacions a smartphones o a correu electrònic. Aquests serveis estan a l'abast de qualsevol empresa i només fa falta contractar el servei perquè l'empresa encarregada pugui organitzar l'enviament de missatges. Empreses com Pusher, Parse, Pubnub Urbanairship o Pushbullet permeten gestionar aquest servei.

A la Figura 2 trobem representat un servidor Push al qual hi tenen accés dues aplicacions. Aquest s'encarrega d'avisar als servidors que fan Push als Sistemes Operatius dels smartphones i correu electrònic.

També es poden trobar una gran varietat de projectes opensource que compleixen els objectius d'aquest projecte. Tots ells són capaços d'actuar com un servidor Push i podrien ser utilitzats per qualsevol empresa (sempre i quan hi hagi hagut una tasca prèvia de manteniment i testeig del codi). Projectes com PushSharp, Php-apn, Pushr-core, Push-core, Aerogear-unifiedpush-server, Node-apn i molts altres es poden trobar en plataformes com ara Github.

1.4 Descripció de l'estructura seguida a l'article

Aquest article s'ha organitzat en diferents apartats que expliquen les etapes del projecte i les decisions que s'han anat prenent. Primerament, es pot trobar l'apartat de Metodologia i planificació on s'explica com s'ha plantejat el treball i quines opcions s'han estudiat per poder desenvolupar el projecte com si fóssim una empresa interessada en utilitzar la tecnologia Push. Més endavant, s'exposen les diferents alternatives que s'han plantejat per tal de decidir quina era la millor opció a l'hora d'implantar un sistema de notifikacions en un projecte.

Per concloure, s'exposen els resultats que s'han obtingut, tant de l'estudi d'alternatives com de la implementació final escollida. I per últim, trobem les conclusions que s'han extret del treball juntament amb la descripció dels objectius que s'han assolit i les propostes de millora pel projecte un cop finalitzat aquest.

2 METODOLOGIA I PLANIFICACIÓ

2.1 Metodologia

Per tal d'assolir els objectius que s'havien plantejat i partint de l'estat en el que ens trobàvem, vam dividir el projecte en diferents parts per poder abarcar totes les possibilitats.

A partir de la informació inicial obtinguda després d'una recerca ràpida sobre l'estat de l'art d'aquesta tecnologia, vam creure convenient plantejar un apartat teòric que tingués en compte les diferents possibilitats que hi

havia per poder utilitzar un sistema de notifikacions. Una vegada analitzades les diferents alternatives, amb els resultats obtinguts, es podia plantejar l'apartat de desenvolupament. L'inconvenient principal que plantejava aquesta decisió era que segons el temps que es dediqués a l'estudi, no hi hauria temps per desenvolupar l'alternativa que s'hagués seleccionat.

Es van identificar les diferents parts que formarien la metodologia i aquestes van ser d'utilitat per fer una planificació temporal. Aquesta planificació va permetre gestionar el temps que s'havia de dedicar per a cada fase plantejada i es va poder donar més temps a les fases que es consideraven més importants pel projecte.

Nom de la tasca	Hores	Data Inicial	Data Final
Fase I: Cerca d'informació	140	22/09/14	13/10/14
Fase II: Plantejament d'alternatives	88	14/10/14	03/11/14
Fase III - Alternativa 1 - Empreses que ofereixen servei Push	70	04/11/14	17/11/14
Fase IV - Alternativa 2 - Projectes open-source que implementen el servei Push	60	18/11/14	26/11/14
Fase V - Alternativa 3 - Creació d'un servei	106	27/11/14	13/12/14
Fase VI - Implementació de la solució	177	14/12/14	25/01/15
Fase VII - Documentació final	24	26/01/15	06/02/15

Figura 3: Fases del projecte

La metodologia escollida per poder treballar sobre les diferents fases va ser la metodologia en cascada. Aquesta metodologia requereix que cada etapa hagi finalitzat correctament abans de començar la següent perquè els recursos resultants de cada una poden ser utilitzats en l'etapa següent (es poden veure les diferents fases a la Figura 3). Alhora cada fase contenia subapartats que podien seguir la mateixa metodologia o una altra mentre es respectés la metodologia utilitzada en les fases principals.

A continuació, es poden trobar les diferents fases que composaven la planificació:

La primera fase que es va plantejar contemplava la cerca d'informació necessària pel projecte. S'havia d'obtenir informació referent al tema que s'estava tractant per poder comprendre millor el seu funcionament. També calia identificar les diferents empreses que ofereixen aquests serveis i els projectes open-source disponibles que tinguin les funcionalitats d'un sistema Push.

Després d'aquesta fase es va plantejar com havia de ser l'apartat teòric del projecte. Es van identificar 3 alternatives per poder implantar un sistema de notifikacions i es volia analitzar quina podia ser la millor. Aquestes alternatives eren: contractar el servei que ofereixen empreses externes segons l'ús del servei i els usuaris que han de rebre les notifikacions, aprofitar i adaptar algun projecte open-source que hi hagi disponible a Internet, o crear un servei des de zero que gestioni el servei de notifikacions. Cada una d'aquestes alternatives s'havia d'estudiar i per aquesta raó van formar part de les 3 fases següents.

Per últim, una vegada s'hagués identificat quina era la

millor alternativa a utilitzar pel servei, s'havia de dur a terme l'alternativa escollida per assolir els objectius proposats en el projecte.

Una vegada plantejada la metodologia que s'havia de seguir, es va veure que per poder prendre una decisió sobre quina alternativa triar, hi havia la necessitat d'identificar l'interessat en utilitzar el sistema de notifikacions. Per solucionar aquest problema, es va fer servir una tècnica utilitzada en disseny centrat per l'usuari anomenada "Persona" [7]. Aquesta tècnica s'utilitza per imaginar diferents usuaris realistes i molt caracteritzats que podrien fer servir l'aplicació i això permet veure quines característiques o necessitats podria demandar l'usuari a l'aplicació. Pel cas d'aquest projecte, es van imaginar 3 tipus d'empreses diferents (seguint l'estil de les "Personas") que serien els possibles destinataris del projecte.

La primera empresa que vam plantejar és un video-club local que ofereix els seus productes online, els usuaris que utilitzen els seus serveis són constants (no arriba als 5.000 usuaris). Cada vegada que promociona algun producte obté més visites però les promocions no són visibles per tots els usuaris perquè la gran majoria no es connecta a la pàgina web. Per aquesta raó li interessa utilitzar algun servei que pugui avisar els seus usuaris quan hi hagin novetats i promocions que els pugessin interessar. Tenen un equip tècnic molt petit i no disposen d'un pressupost molt elevat per poder llogar un servei que a la llarga pot resultar excessivament car. El risc principal que preveuen tenir és que la implantació d'aquest nou sistema no aportï cap millora al servei. Per tant, busquen una tecnologia fàcil d'instal·lar i de costos mínims.

La segona empresa, és famosa en el sector d'Internet per la xarxa social que ofereix i que gestiona una quantitat molt elevada d'usuaris al dia. Hi ha registrats uns 5 milions d'usuaris i la meitat entren diàriament. Les dades d'aquesta empresa s'han extret de l'empresa que col·labora amb el projecte (veure més característiques a l'apartat de 1.2 Motivació). Estan oferint un servei molt complet i volen integrar el sistema de notifikacions per avisar de les diferents accions que genera la xarxa social. Compten amb un equip de desenvolupadors que ha gestionat els diferents projectes que s'han integrat a la web i disposen de pressupost suficient per dur a terme un projecte per crear el sistema de notifikacions. Abans però, tenen la intenció de valorar les alternatives que hi han al mercat per veure si poden estalviar-se costos.

La tercera empresa és una empresa del mateix tipus que la segona però és una "start-up" que ja disposa de una gran quantitat d'usuaris gràcies a les diferents funcionalitats innovadores que ofereix (actualment disposa de prop d'un milió d'usuaris). Com a pròxima innovació, volen integrar un sistema de notifikacions per avisar als usuaris dels diferents esdeveniments que succeeixen a la pàgina. Això els diferenciaria de la segona empresa i els podria permetre guanyar més usuaris. Tenen un equip tècnic molt preparat però hi ha molt pocs desenvolupadors

disponibles tot i que els interessaria llançar el producte el més aviat possible. Tenen un pressupost reduït però fent un bon anàlisi de mercat poden utilitzar l'alternativa que millor els convingui.

2.2 Fases del desenvolupament

Fins que no vam completar la primera fase del projecte, dedicada a la cerca d'informació, no vam poder plantejar correctament la resta de fases. Per aquest motiu, hi vam dedicar el temps que vam creure necessari. Concloua aquesta fase, ja teníem suficient material i coneixement per saber quin era l'abast del problema que hauríem de resoldre i com hauríem de gestionar el temps per poder-lo acabar en el temps previst.

Les fases següents consistien en analitzar les diferents alternatives. Per cada una es va repartir el temps equitativament segons la informació que s'havia obtingut.

La primera d'aquestes consistia en estudiar les diferents empreses que ofereixen un servei Push. Vam trobar molta informació, que ens va permetre aprofundir molt en el tema.

La segona d'aquestes fases consistia en l'anàlisi dels diferents projectes open-source creats amb l'objectiu de resoldre aquest problema. Es va planificar en la meitat del temps que la fase anterior perquè, després d'una selecció prèvia, hi havia pocs projectes que es poguessin analitzar.

I per últim, teníem la fase que consistia en crear un software des de zero, en la que es va utilitzar més temps perquè calia tenir en compte les diferents etapes que eren necessàries per planificar i plantejar tot un sistema des de zero.

Per nosaltres, la fase més important era la última, la del desenvolupament del software. En canvi, també era de la que teníem menys informació i, per tant, no sabíem a què ens enfrontaríem fins que no s'hagués seleccionat una alternativa per implementar. Per aquesta fase es va dedicar la meitat del temps que es disposava, tot i preveure, amb els coneixements que s'havien obtingut, que probablement no es podrien assolir tots els objectius.

En general, el projecte va tirar endavant complint amb els temps establerts de cada. Per una mala previsió del temps, l'estudi de la segona alternativa va acabar-se amb retard, malgrat tot, les següents fases no es van veure afectades.

3 ESTUDI D'ALTERNATIVES

Per poder seleccionar la millor alternativa, primer havíem d'estudiar-les per separat i veure quines característiques o propietats tenien cada una. També es va fer un petit estudi de viabilitat per a cada opció, per veure el cost que li suposaria a cada empresa desenvolupar el projecte amb les tres alternatives plantejades.

3.1 Contractació de serveis Push

Gràcies a la cerca d'informació inicial que es va realitzar, es van recollir moltes empreses que oferien aquest tipus de serveis i no va caldre invertir més temps en buscar-ne més perquè les més utilitzades ja les teníem llistades. La majoria d'empreses que es van trobar oferien el servei Push només per a smartphones. Per poder gestionar l'enviament a correu electrònic es va haver de buscar empreses especialitzades en aquest servei. Algunes de les empreses més utilitzades que vam estudiar són les següents:

- Per a smartphones: Pusher, Parse i Pubnub.
- Per correu electrònic: Mandril, Mailgun, Mailrelay i Acumbamail.

El pla de negoci per cada una de les empreses era el mateix, establien el cost a partir del número de dispositius diaris als quals havien de realitzar l'enviament independentment del número de missatges. Les empreses de correu electrònic establien el preu segons el número de missatges diaris que s'havien d'enviar. Algunes empreses disposaven de plans gratuïts perquè es pogués provar el servei sempre i quan no es superés el límit establert (un màxim de dispositius o un màxim de correus electrònics).

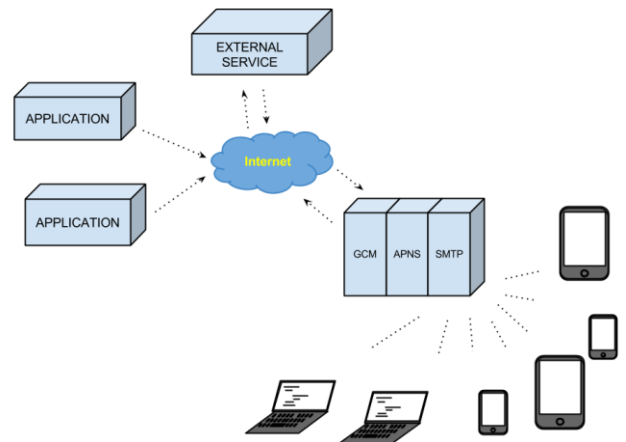


Figura 4: Alternativa de contractació de serveis Push

Per a cada empresa es buscava la informació següent: el nivell de satisfacció dels clients que utilitzen el servei, el número d'usuaris diaris que podien realitzar l'enviament, la disponibilitat que tenia el servei, disponibilitat del servei tècnic, seguretat i cost del servei. Un cop es van haver recollit totes les dades i es van descartar els serveis que no complien els requisits dels diferents tipus d'empresa que s'havien plantejat, es van analitzar les dades obtingudes i es va poder proposar per a cada empresa els serveis que els hi podríem recomanar.

Un dels avantatges de contractar els serveis Push és que a partir de les eines que ens proporciona l'empresa (llibreries, documentació, ...) només cal integrar-les al nostre projecte deixar que l'empresa s'encarregui de gestionar les nostres notificacions.

El principal inconvenient que es va trobar però, és que no es tractessin junts el servei d'enviament a dispositius i el de correu electrònic.

A la Figura 4 hi ha representada l'estructura d'aquesta alternativa. Podem observar com les aplicacions de l'empresa interessada es connecten amb els serveis externs que ha proporcionat l'empresa externa i aquesta s'encarrega de gestionar l'enviament als respectius destinataris.

3.2 Projectes opensource que implementen el servei Push

Per l'estudi d'aquest apartat es van obtenir molts pocs projectes que complissin amb els requisits mínims. Tots els projectes es van trobar publicats al repositori de Github. Els requisits que es van aplicar durant la selecció de projectes eren que els projectes tinguessin suficients valoracions i que hi hagués activitat recent.

Alguns dels projectes que vam estudiar són els següents: PushSharp, Node-apn, Push-core i Aerogear. Cada un estava desenvolupat amb un llenguatge de programació diferent i uns estaven més desenvolupats que altres.

Amb els projectes resultants es va analitzar el codi per poder veure el seu funcionament, si funcionava, si estaven ben testejats i si complien els objectius proposats en el projecte (alguns permeten, fins hi tot, gestionar l'enviament a més Sistemes Operatius dels que s'havien proposat als objectius). Una vegada obtinguda tota la informació, es va poder proposar quin era el millor projecte que es podria utilitzar.

Es va seleccionar el projecte PushSharp, desenvolupat en C# per Jonathan Dick, perquè era el que estava més desenvolupat, estava més testejat, enviava als dispositius que havíem plantejat als objectius i tenia contribucions diversos desenvolupadors.

3.3 Creació d'un servei propi

Per poder plantejar la creació d'un servei propi, vam tenir en compte les diferents etapes de l'enginyeria del software. Això va ajudar-nos a diferenciar les diferents etapes que calia plantejar i desenvolupar.

Per començar, vam transformar els objectius que s'havien plantejat perquè poguessin ser adaptats a requeriments del software. A partir d'aquests, vam generar diferents diagrames de casos d'ús tenint en compte les possibles accions que podria necessitar un usuari o un administrador del sistema (veure Figura 5).

El següent pas, va ser identificar les dades que el sistema hauria de gestionar. Això ens va permetre plantejar un diagrama de la base de dades i pensar amb les diferents funcionalitats que podrien fer falta per gestionar aquestes dades (a l'apèndix A2 es poden veure les diferents taules que formen la base de dades). La majoria

d'aquestes funcionalitats es van documentar per poder-les tenir més en compte durant el desenvolupament. Es pot veure un llistat de les funcionalitats a l'apèndix A3, aquestes funcionalitats es mostren en forma de ruta perquè com es veurà als resultats, es va desenvolupar una API.

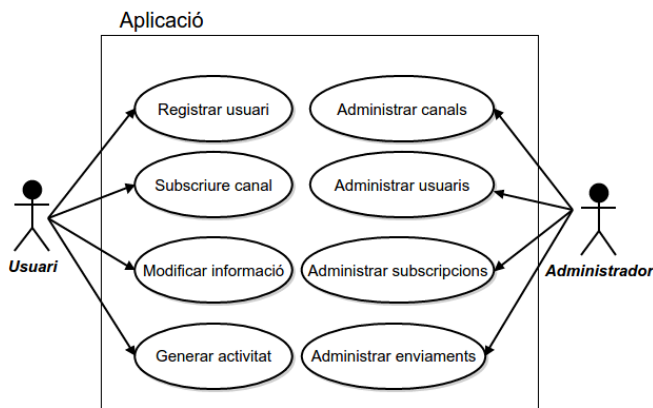


Figura 5: Diagrama casos d'ús, interacció dels actors al sistema

També es va generar un diagrama de flux per poder veure els diferents camins i condicions que s'haurien de tenir en compte per diferenciar els diferents tipus d'enviament. Aquest diagrama va ser de gran utilitat durant el desenvolupament perquè ja teníem la solució representada en el diagrama (es pot veure l'exemple a l'apèndix A4).

Com que el sistema ha de realitzar enviaments a usuaris reals, s'havia de protegir per evitar que persones no desitjades poguessin utilitzar el sistema. Per resoldre aquest sistema, es van investigar diferents mesures de seguretat relacionades amb l'autenticació. Hi havia la possibilitat d'utilitzar el sistema d'autenticació OAuth¹ però es va decidir utilitzar un sistema creat per nosaltres. Aquest sistema consisteix en identificar-se al servidor amb un nom i el servidor envia un identificador i un secret. Codificant amb MD5 el secret, el nom i la data actual, s'obté una clau d'autenticació que permet autenticar-se davant el servidor i utilitzar el servei. A l'apèndix A5 es poden veure els passos que ha de realitzar una aplicació per utilitzar el sistema.

També es va tenir en compte l'entorn de treball que es podria utilitzar per desenvolupar el sistema. El més comú quan es treballa en servidors locals és utilitzar la pròpia màquina. Es va valorar aquesta opció però es va preferir utilitzar una màquina virtual perquè fos el servidor ja que permetia fer portable el servidor i fer-lo transferible. Aquest sistema és el que s'utilitza a l'empresa on s'ha desenvolupat el projecte.

L'últim apartat que es va tenir en compte van ser les proves del software. Es va decidir que per testejar el sof-

¹ Protocol obert que permet l'autenticació segura: <http://oauth.net/2/>

tware s'utilitzaria la tècnica dels "Mock Objects"² juntament amb "Unit Testing" perquè el sistema havia d'utilitzar una base de dades per cada funcionalitat i això evitaria el temps de consulta a la base de dades. També disposàvem d'una eina que permetia fer "Manual Testing" fent peticions HTTP al servidor local (veure la Figura 6).

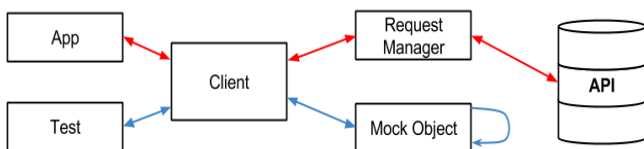


Figura 6: Esquema de plantejament pels tests

Per concloure amb aquesta alternativa, es va recollir tota la informació generada i es va plantejar l'estudi de viabilitat.

Amb els resultats obtinguts dels diferents estudis i tenint en compte els requisits dels diferents tipus d'empresa, vam poder treure les diferents conclusions que es poden veure descrites al següent apartat. La fase de desenvolupament es va dur a terme segons el resultat que vam assignar a la segona empresa que es va plantejar.

Haver analitzat altres projectes abans de començar a crear un servei des de zero, va suposar un avantatge perquè s'havia obtingut coneixement important sobre com solucionar algun dels problemes que podien plantejar-se o com es podien tractar alguns apartats més complicats.

4 PRESENTACIÓ DE RESULTATS

4.1 Conclusions de l'estudi d'alternatives

Els resultats dels diferents estudis han sigut variats i hem vist com per cada tipus d'empresa que havíem plantejat, li anava bé una alternativa diferent.

A continuació s'exposen els diferents resultats obtinguts per cada empresa juntament amb una descripció del que s'ha tingut en compte en cada estudi i la elecció de l'alternativa recomanada per cada empresa.

Abans de començar a veure els resultats, volem mencionar diferents punts que s'han de tenir en compte per cada una de les taules que es mostraran a continuació.

La primera columna fa referència a les diferents alternatives que s'han plantejat pel projecte. Aquestes estan ordenades segons com han anat apareixent a l'apartat 3 Estudi d'alternatives.

La columna del cost, en el cas de la primera opció, és la tarifa resultant de contractar les empreses recomanades per nosaltres. El contingut per les altres dues opcions, és el resultat del pressupost per realitzar el projecte. En

² Un Mock Object és una tècnica utilitzada per substituir un objecte o comportament amb que ha d'interactuar el sistema (pot representar una base de dades).

aquest pressupost s'hi inclou el personal i els costos directes/indirectes que tindrà el projecte. Cal afegir que en tots els casos s'hauria d'afegir un cost anual de manteniment.

Es veurà que en tots els casos, els costos de les opcions 2 i 3 són els mateixos. Això és degut a que s'ha fet el càlcul generalitzant per les tres empreses.

El temps que hi ha en cada taula fa referència al temps estimat d'implementació i integració de cada opció, s'han plantejat de forma general igual que els costos.

El camp de la taula anomenat "Completesa" fa referència al nivell en que s'assoleixen els requisits i objectius de l'empresa la qual s'estigui estudiant.

Taula 1: Estudi de viabilitat per l'empresa local

Opció	Cost	Temps	Suport	Completesa
1	0€	24h	Servei tècnic	Alt
2	9.518€	237h	Comunitat / Propi	Mitjà
3	15.973€	665h	Propi	Baix

Començant per l'empresa local, es van descartar les alternatives 2 i 3 amb molta facilitat perquè suposaven un cost superior al que l'empresa podia assumir. Tenint en compte el risc que tenia implantar el sistema de notificacions, era recomanable buscar alternatives més econòmiques.

Amb el resultat de l'estudi que s'havia fet dels diferents serveis que oferien les empreses, es va obtenir una empresa recomanada per enviar notificacions a smartphones (Parse) i una per enviar correus electrònics (Mailrelay). Ambdues eren les que millors resultats i fiabilitat oferien i tenien més bones impressions per part dels usuaris.

Com podem veure a la Taula 1, el cost de contractar les empreses és nul perquè la quantitat d'usuaris que disposa el videoclub i l'ús que vol fer del servei és tant reduït que entra dins els límits de la tarifa "freemium"³ que ofereix l'empresa.

Com a conclusió per l'empresa local, el més recomanable és que contracti els serveis d'una altra empresa. D'aquesta manera, si el videoclub no veu millores amb aquest nou servei, sempre pot retirar-lo sense haver-hi perdut econòmicament.

Taula 2: Estudi de viabilitat per l'empresa gran

Opció	Cost	Temps	Suport	Completesa
1	188.862€	24h	Servei tècnic	Baix
2	9.518€	237h	Comunitat / Propi	Mitjà
3	15.973€	665h	Propi	Alt

³ Model de negoci que proporciona els serveis bàsics a gratuïts i es cobra per utilitzar altres més avançats.

Fent referència a la Taula 2, podem trobar els resultats obtinguts per l'empresa que té més usuaris. Hem vist com per les diferents empreses que es podrien contractar, els costos d'enviament són excessivament elevats degut al nombre d'usuaris que han de rebre les notificacions i l'empresa no té intenció d'invertir aquesta quantitat per aquest servei. Això fa que, tot i assolir els objectius, el grau de completesa sigui baix perquè els costos són massa elevats.

Es va calcular la mitjana de notificacions diàries que generava un usuari dins el seu sistema, el resultat era de 12 notificacions diàries. Aquest valor transformat per tots els usuaris actius donava un valor de 30 milions de notificacions diàries. D'aquí en surt el cost tant elevat de contractar un servei extern.

Tenint en compte els interessos i requeriments de l'empresa, hi ha més interès en desenvolupar el sistema per ells mateixos perquè els oferirà més avantatges. Tot i que el cost de l'opció 3 és més elevat que aprofitar un projecte desenvolupat, permet adaptar a les necessitats de l'empresa i oferir les funcionalitats que facin falta. Per aquesta raó l'empresa va decidir desenvolupar el servei des de zero i és l'alternativa que s'ha desenvolupat en aquest projecte.

Taula 3: Estudi de viabilitat per l'empresa en creixement

Opció	Cost	Temps	Support	Completesa
1	7.200€	24h	Servei tècnic	Baix
2	9.518€	237h	Comunitat / Propi	Mitjà
3	15.973€	665h	Propi	Alt

Pel que fa l'empresa en creixement, la seva prioritat és superar la seva competidora podent oferir serveis que l'altre encara no ofereix. Per aquesta raó, el temps és un factor molt important i l'hem hagut de tenir més en compte que per les altres empreses. (veure Taula 3).

Una vegada tingués el sistema de notificacions operatiu, la pàgina web generaria 5,5 milions de notificacions diàries. Això fa que el cost de contractar una empresa externa no sigui tan elevat però té l'inconvenient que si continuen creixent, el número de notificacions també creixerà i com a conseqüència el cost.

L'opció d'aprofitar un projecte és la que suposa menys temps de desenvolupament i permet adaptar el software dins les seves necessitats tot i poder trobar funcionalitats innecessàries. També disposarien d'una comunitat d'usuaris per poder solucionar possibles problemes i el seu propi equip tècnic estarà especialitzat en el manteniment del sistema.

Per tant, seguint amb els interessos de l'empresa, recomanaríem que adaptessin un projecte que ja estigui desenvolupat perquè els permetrà llançar el projecte abans que la competidora.

4.2 Implementació d'un servei propi: L'API i el Client

El servei desenvolupat s'ha estructurat com un framework estable, documentat i testejat que s'executa en un servidor com una API i pot ser millorat per altres amb facilitat. El llenguatge utilitzat ha sigut PHP.

L'API segueix els principis REST [8] i mitjançant diferents rutes es pot accedir a les diferents funcionalitats (es poden veure les rutes a l'apèndix A3). És una API destinada a l'ús en Back-End i per aquesta raó no s'ha implementat cap interfície gràfica que permeti gestionar-la. Les diferents empreses que s'han estudiat durant al projecte disposaven d'una interfície perquè oferien algunes funcionalitats extres que la nostre API no ofereix. Com per exemple, tenien d'un panell d'administrador perquè l'usuari pogués gestionar el sistema de forma més visual (ja sigui afegint usuaris nous com també veure estadístiques d'ús per cada funcionalitat).

Està pensada perquè puguin utilitzar-la diferents aplicacions i cada una pugui gestionar els seus usuaris i canals de notificacions. De forma general l'API és una capa d'abstracció pensada perquè pugui ser un servei extra per a qualsevol sistema i es pugui retirar si no és necessària sense haver de refactoritzar el codi.

L'API requereix executar-se en un servidor i necessita utilitzar una base de dades. Com podem veure a la Figura 7, està fortament lligada a una base de dades perquè totes les funcionalitats hi interaccionen directament.

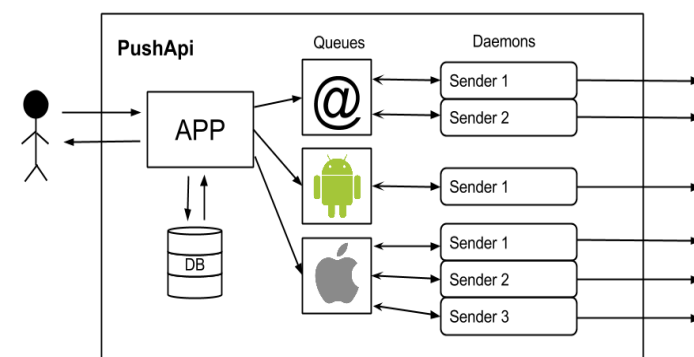


Figura 7: Estructura interna de l'API

Per gestionar els enviaments, hem desenvolupat un sistema de cues que és l'encarregat d'emmagatzemar els missatges abans que aquests siguin enviats. Internament, l'API executa scripts especialitzats a enviar als diferents destinataris. Aquests estan esperant que s'ompli la seva cua per poder enviar la notificació al dispositiu destinatari.

Per poder utilitzar les diferents funcionalitats de l'API s'han de fer peticions HTTP [9] a les diferents rutes establertes per aquesta. Si es vol utilitzar per diferents projectes, el temps de programar les funcionalitats necessàries per poder utilitzar-la poden suposar una feina extra pels desenvolupadors. Per facilitar l'ús de l'API, hem desenvolupat una llibreria en PHP i l'hem anomenat Client.

El Client s'encarrega de tractar les rutes, executar-les enfront l'API i obtenir les respostes. Té en compte tots els requeriments HTTP de l'API tant per les peticions com per les respostes i gestiona els errors llançant excepcions.

Aquest projecte s'ha desenvolupat independentment de l'API perquè no la utilitza directament i ha de tenir un control de versions diferent. Tot i ser un projecte menor s'ha utilitzat un patró de disseny (Inversion of Control [10]) per poder aplicar eficaçment els testos corresponents. Aquesta llibreria s'ha preparat perquè pugui ser instal·lada mitjançant Composer.

4.3 Integració del projecte en un sistema real

Com que el projecte ja tenia les capacitats suficients per gestionar un sistema de notificacions, l'empresa on es desenvolupava ens va donar permís per començar a integrar el servei dins la seva infraestructura.

El primer que havíem d'instal·lar era l'API per comprovar el seu funcionament. Per fer-ho, l'empresa ens va proporcionar un servidor que no s'utilitzava. Es va configurar perquè permetés enviar correus electrònics amb el servidor SMTP de l'empresa. Un cop instal·lat es van fer les comprovacions pertinents del sistema. En general, no vam tenir problemes durant la instal·lació perquè els possibles problemes que podíem trobar ja s'havien corregit en l'entorn local de treball.

El pas següent va ser instal·lar el Client al sistema de l'empresa i refactoritzar [11] el codi necessari per fer funcionar el sistema de notificacions. Per fer-ho, es van anar integrant les diferents funcionalitats per parts. Per exemple, primer introduir la gestió d'usuaris, canals de notificacions i subscripcions als canals; més endavant enviament de notificacions *unicast*; enviament de notificacions *multicast*, etc.

El sistema va funcionar correctament tot i que faltaven algunes funcionalitats per poder obtenir millors resultats i va caldre refactoritzar petites parts de l'API, també es van haver d'afegir les noves funcionalitats al Client. Un exemple d'aquestes mancances era que en la majoria de cerques es necessitava un identificador i en alguns casos era costós obtenir-lo, vam veure quines eren les dades més fàcils d'obtenir i es van afegir cerques que les utilitzessin (per exemple, cercar per nom d'usuari, nom d'un canal).

5 CONCLUSIONS

La principal conclusió que es pot treure d'aquest projecte és que qualsevol empresa que estigui interessada en utilitzar un sistema de notificacions en pot aconseguir un, ja sigui creant-lo o llogant el seu servei.

Tot i que la major part del treball és a càrrec de l'equip tècnic encarregat d'introduir el sistema a l'empresa, també hi haurà d'intervenir el departament de màrqueting. Aquest serà clau a l'hora de decidir quines són les notifi-

cacions que es volen enviar i quins haurien de ser els seus destinataris. Una vegada el sistema compleixi amb els requeriments i s'introdueixi als usuaris mitjançant notificacions, la utilitat de les notificacions serà el resultat de l'estratègia de mercat que haurà decidit l'empresa.

Aquest projecte ha sigut desenvolupat per una persona que assumia els diferents rols d'un equip de treball i per aquesta raó s'han retallat algunes de les opcions que oferia el projecte i s'han deixat per implementar més endavant. Si el mateix projecte es desenvolupa per un equip de treball, les funcionalitats que es podrien obtenir amb el mateix temps haurien sigut majors.

Tot i haver-hi diverses formes de desenvolupar el servei s'han avaluat els "trade-off" i s'ha modelat el projecte de forma que poguéssim complir els requeriments i limitacions que hem vist que tenia l'empresa. Hem fet ús de diferents patrons de disseny i estàndards que han permès garantir la qualitat del software i l'eficiència d'algunes funcionalitats.

Com a regla general, les empreses d'abast local amb un sistema d'usuaris molt petit, poden llogar els serveis d'empreses especialitzades per poder implementar un sistema de notificacions ja que és la opció més econòmica i cobreix totes les seves necessitats.

D'altra banda, les empreses grans o amb major nombre d'usuaris, és més recomanable que desenvolupin el seu propi sistema perquè els solucioni el problema o utilitzin algun projecte ja desenvolupat. El cost pel desenvolupament pot ser elevat però a la llarga es pot acabar amortitzant la inversió i té com avantatge que s'adapta a les necessitats concretes de l'empresa.

5.1 Objectius assolits i no assolits

Tenint en compte que els objectius principals eren:

- L'estudi de les diferents alternatives per implantar un sistema de notificacions Push.
- L'enviament de notificacions per a correu electrònic, dispositius Android i dispositius iOS.
- La integració del sistema desenvolupat en un sistema real.

Hem aconseguit gran part dels objectius ja que hem desenvolupat un sistema que permet gestionar l'enviament de notificacions Push. Aquestes notificacions poden ser enviades a través de correu electrònic i dispositius Android. A més a més, el sistema està funcionant actualment en una empresa semblant a una de les empreses que s'havien plantejat i està donant bons resultats, tan a nivell del sistema com per la fidelització amb l'usuari.

No obstant, no hem pogut assolir l'objectiu de notificar als usuaris que utilitzen dispositius amb Sistema Operatiu iOS perquè hem tingut certs problemes a l'hora

⁴ Situació en la que s'ha perd una qualitat o aspecte a canvi d'alguna altra.

d'obtenir la informació necessària per poder gestionar els missatges per aquest sistema. Tot i així, no estem gaire lluny d'assolir l'objectiu perquè el servei està pensat per poder afegir noves vies de notificació sense haver de refactoritzar gran part del software, només fa falta afegir les dades necessàries per poder-les gestionar i enviar.

Tampoc hem pogut provar l'enviament a dispositius Android tot i que segons els testos realitzats, l'enviament no hauria de suposar cap problema una vegada hi hagi dispositius registrats. No hem pogut provar-ho en dispositius reals perquè no ho hem acabat d'integrar a l'aplicació que disposa l'empresa però s'ha pogut testejar amb Mock Objects que proporciona Google per realitzar els testos de funcionament.

5.2 Possibles ampliacions i millores

El projecte es vol seguir desenvolupant per poder completar els objectius que no s'han pogut assolir. Durant el treball s'han trobat noves formes de notificar als usuaris i una vegada complerts els objectius es vol continuar ampliant els tipus de notificacions els quals pugui enviar l'API.

També es volen crear Clients pels llenguatges de programació més utilitzats (per la banda del servidor) perquè l'API sigui accessible per qualsevol tipus de projecte. Els llenguatges de servidor més utilitzats segons W3 Techs [12] els podem trobar representats a l'Apèndix A6.

Cal mencionar que tant l'API com el Client són open-source i tenim previst d'acceptar contribucions de desenvolupadors externs si aquests mostren interès pel projecte. Tant el Client com l'API, es poden trobar publicats a Github⁵.

5.3 Valoració personal

El grau de satisfacció assolit amb el projecte és positiu perquè ha evolucionat constantment i s'han superat els obstacles que han anat sorgint. Tenint en compte la grandària que podia assolir, s'ha plantejat de forma ordenada, aconseguint acotar els objectius i poder treballar exhaustivament la matèria.

Estem contents amb els resultats obtinguts tot i que no han sigut plenament els que esperàvem. Tot i així ens agradaria destacar, que gràcies a aquest projecte, hem obtingut molts coneixements nous.

Per provar l'API en un entorn de producció, hem pogut utilitzar els recursos de que disposava l'empresa on s'ha desenvolupat el projecte i en general això ha estat de gran ajuda perquè hem tingut a l'abast tot el que hem necessitat i no hem hagut d'afegir costos, com per exemple, els que haguessin suposat el lloguer de servidors (entre altres recursos).

AGRAÏMENTS

Agraïr al tutor del projecte l'ajut i consells que m'ha proporcionat al llarg d'aquest projecte.

Vull agrair l'ajut que he rebut dels companys de feina pels consells que han donat i idees que han aportat.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Franklin, S. Zdonik. "Data in your face: Push technology in perspective". Proc. ACM SIGMOD. June, 1998. [Online]. Disponible: <http://www.eecs.berkeley.edu/~franklin/Papers/dainface.pdf>
- [2] N. Canton. "Cell phone culture: How cultural differences affect mobile use". September 2012. [Online]. Disponible: <http://edition.cnn.com/2012/09/27/tech/mobile-culture-usage/>
- [3] "Cómo usar las notificaciones push". Julio 2014. [Online]. Disponible: <http://applicantes.com/apps-notificaciones-push-2014/>
- [4] International Data Corporation. "Smartphone OS Market Share, Q3 2014". [Online]. Disponible. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [5] "Push: The history, experience cost and future". February, 2011. [Online]. Available: <http://kellabyte.com/2011/02/>.
- [6] T. Hunt. "Mobile Marketing: Mobile App Ads vs. Push Notifications". [Online]. Available: <http://blog.stacksocial.com/mobile-marketing/>
- [7] X. Wang. "Personas in the User Interface Design.". Dept. Of Computer Science. Article. June 2014. [Online]. Disponible: <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~saul/wiki/uploads/CPSC681/topic-wan-personas.pdf>.
- [8] M. Massé. "REST API Design Rulebook". October 2011. Capítols: 1, 2 i 4.
- [9] R. Fielding, Ed. Adobe, J. Reschke, Ed. Greenbytes. "Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content". June 2014. [Online]. Disponible: <http://tools.ietf.org/html/rfc7231>
- [10] M. Fowler. "Inversion of Control Containers and the Dependency Injection pattern". January 2004. [Online]. Disponible: <http://martinfowler.com/articles/injection.html>
- [11] M. Fowler, K. Beck, J. Brant, W. Opdyke, D. Roberts. "Refactoring: Improving the Design of Existing Code". July 8, 1999. Capítols 1-2.
- [12] W3Techs. "Usage of server-side programming languages for websites". [Online]. Disponible: http://w3techs.com/technologies/overview/programming_language/all

⁵ API: <https://github.com/watzenare/PushApi>
Client: https://github.com/watzenare/PushApi_Client

APÈNDIX

A1. SISTEMES OPERATIUS MÉS UTILITZATS EN SMARTPHONES

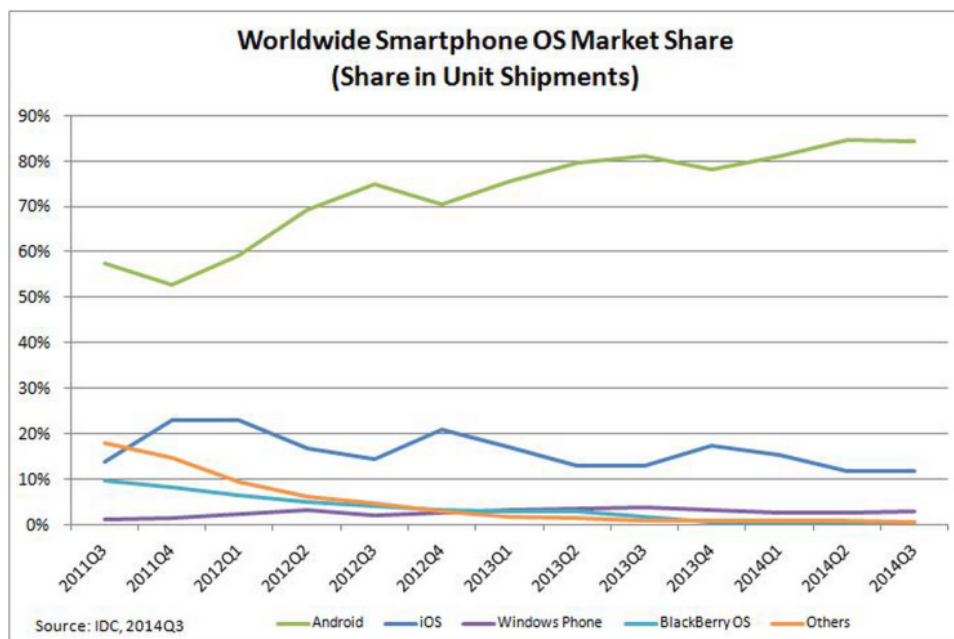


Figura 8: Representació gràfica dels Sistemes Operatius més utilitzats en smartphones

A2. Diagrama de la base de dades

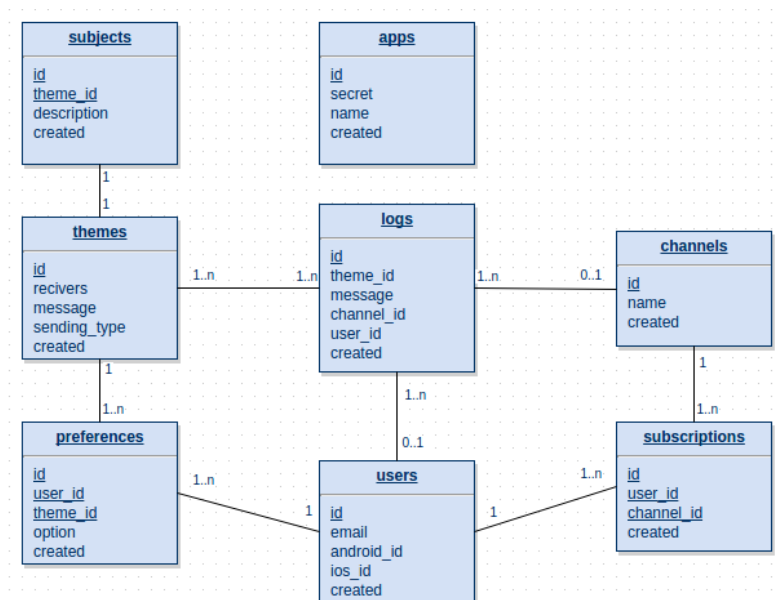


Figura 9: Representació de les diferents taules que conformen la base de dades

A3. LLISTAT DE FUNCIONALITATS

Taula 4: Llistat de rutes que hauria de servir el servei i descripció

Controlador	Ruta	Mètode	Descripció
App	/app	POST	Crea una aplicació per poder utilitzar la API (s'obté un id i un secret)
	/app/:id	GET	Obté les dades de l'aplicació en qüestió

	/app/:id	PUT	Permet modificar les dades de l'aplicació (principalment el nom)
	/app/:id	DELETE	Esborra l'aplicació
	/apps	GET	Retorna les aplicacions que estan creades
User	/users	POST	Inserta múltiples usuaris donada una llista d'emails separada per comes
	/users	GET	Mostra tots els usuaris registrats
	/user	POST	Crea un usuari i si ja esta creat, mostra la informació d'aquest
	/user/:id	GET	Mostra l'usuari
	/user/:id	PUT	Actualitza les dades a l'usuari
	/user/:id	DELETE	Esborra l'usuari
	/user/:id/subscribe/:idchannel	POST	Subscriu un usuari a un canal
	/user/:id/subscribed	GET	Obté els canals als que està subscrit l'usuari
	/user/:id/subscribed/:idchannel	GET	Obté el canal prefixat que està subscrit l'usuari
	/user/:id/subscribed/:idchannel	DELETE	Esborra la subscripció d'un usuari a un canal
	/user/:id/preferences	GET	Mostra les preferències que té l'usuari sobre les notificacions
	/user/:id/preference/:idtheme	POST	Crea les preferències que un usuari vol tenir sobre un tipus de notificacions
	/user/:id/preference/:idtheme	GET	Mostra una preferència de l'usuari
	/user/:id/preference/:idtheme	PUT	Actualitza una preferència de l'usuari
	/user/:id/preference/:idtheme	DELETE	Esborra una preferència de l'usuari
	Channel	/channels	GET
/channel		POST	Crea un canal i si ja esta creat, mostra la informació d'aquest
/channel/:id		GET	Mostra el canal
/channel/:id		PUT	Actualitza les dades al canal
/channel/:id		DELETE	Esborra el canal
/channel_name		GET	Retorna el canal donat el seu nom (si existeix)
Theme	/themes	GET	Mostra tots els types registrats
	/themes/range/:range	GET	Obté tots els themes amb range :range
	/theme	POST	Crea un theme i si ja esta creat, mostra la informació d'aquest
	/theme/:id	GET	Mostra el theme
	/theme/:id	PUT	Actualitza les dades del theme
	/theme/:id	DELETE	Esborra el theme
	/theme_name	GET	Retorna el theme donat el seu nom (si existeix)
Send	/send	POST	Realitza l'enviament de notificacions a partir de les dades d'entrada
Subject	/subject	POST	Crea una descripció pel tema que es vol descriure
	/subject/:id	GET	Mostra un subjecte determinat
	/subject/:id	PUT	Modifica un subjecte determinat
	/subject/:id	DELETE	Esborra un subjecte determinat
	/subjects	GET	Mostra tots els subjectes

A4. DIAGRAMA DE FLUX

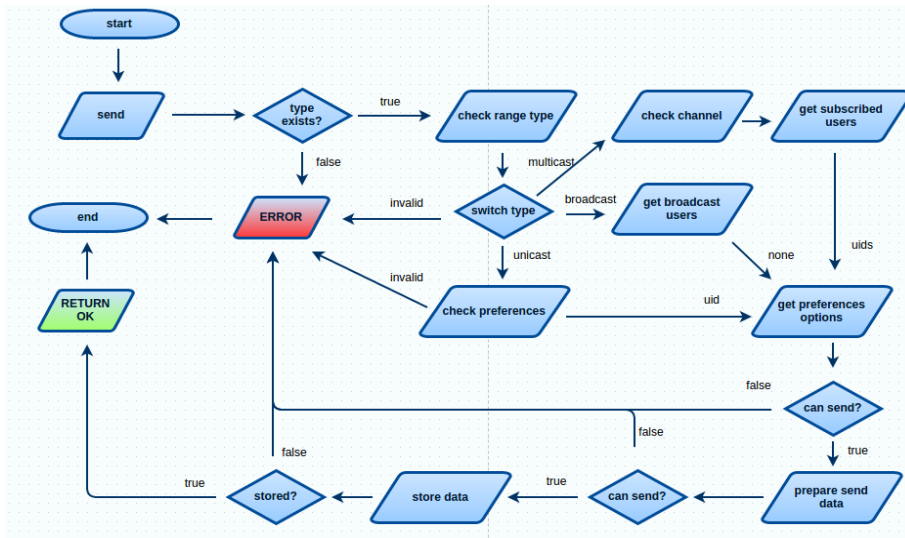


Figura 10: Diagrama de flux utilitzat per solucionar un coll d'ampolla

A5. SISTEMA D'AUTENTIFICACIÓ

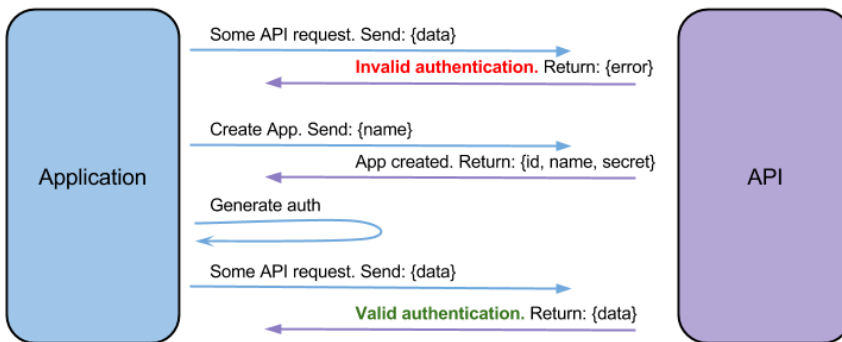


Figura 11: Seqüència d'accions que ha de fer una aplicació per autenticar-se al sistema

A6. Llenguatges de programació més utilitzats

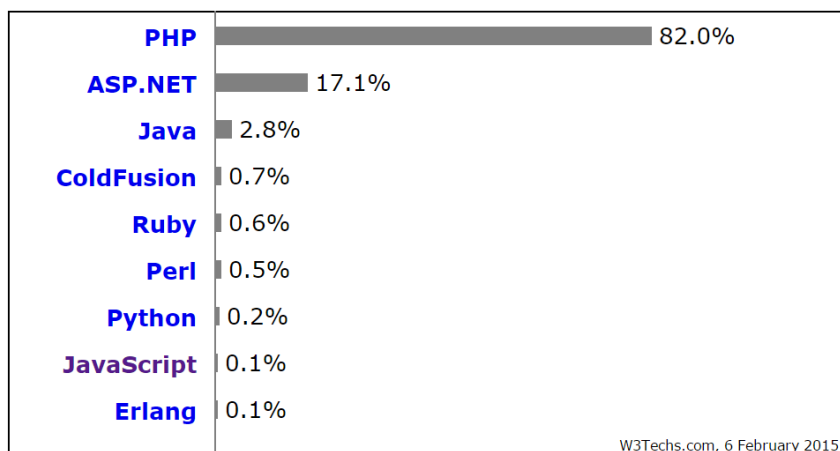


Figura 12: Estadística dels llenguatges de servidor més utilitzats