

---

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

Moro Rialp, Alexandre; Robles Martínez, Sergi, dir. Desenvolupament d'un entorn de realització de pràctiques gestionable. 2022. (958 Enginyeria Informàtica)

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/264150>

under the terms of the  license

# Desenvolupament d'un entorn de realització de pràctiques docents gestionable

Alexandre Moro Rialp

**Resum**— Aquest projecte ha consistit en el desenvolupament d'un nou entorn de realització de pràctiques docents pel Departament d'Enginyeria de la Informació i les Comunicacions i d'una aplicació per a la seva gestió. El departament requereix poder oferir als estudiants un entorn on realitzar els seus projectes de laboratori de forma fiable, dotat de totes les funcionalitats necessàries i que es pugui gestionar eficientment. El sistema resultant ha estat dotat de components que mantenen o milloren les capacitats dels entorns actuals i d'un conjunt de mesures i decisions de disseny que permeten assolir el nivell de seguretat requerit. A més, s'ha creat una aplicació web que permet l'automatització de tasques d'administració tals com la programació de còpies de seguretat, activació i desactivació de serveis, supervisió de l'estat de l'entorn, etc. L'aportació d'aquest treball implica, pels estudiants i professors, poder desenvolupar la seva activitat amb un nombre major de funcionalitats i de forma més segura. Pel departament, a més, suposa disposar d'una eina per dur a terme la supervisió i gestió dels entorns de forma més eficient.

**Paraules clau**— aplicació web, detecció de programari maliciós, disseny amb programari lliure, entorns d'avaluació, gestió d'entorns, mecanisme d'autenticació, millora de la seguretat, reducció de cost de gestió.

**Abstract**— This project has consisted of the development of a new environment where make lab projects for the Department of Information and Communications Engineering and an application for its management. The department has to offer to students an environment in which to carry out their lab projects reliably, equipped with all the necessary functionalities and that can be managed efficiently. The resulting system has been equipped with components that maintain or improve the capabilities of current environments and a set of design measures and decisions to achieve the required level of security. In addition, a web application has been created that allows the automation of administration tasks such as scheduling backups, enabling and disabling services, monitoring the status of the environment, and so on. The contribution of this work implies, for students and teachers, to be able to develop their activity with a greater number of functionalities and in a safer way. For the department, in addition, it means having a tool to monitor and manage environments more efficiently.

**Index Terms**— authentication mechanism, design with free software, environment management, improve security, lab project environment, malware detection, management cost reduction, web application.

---

## 1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

El Departament d'Enginyeria de la Informació i les Comunicacions (DEIC) és responsable de donar un servei docent amb assignatures que s'imparteixen en els diferents graus de l'Escola d'Enginyeria. Això requereix posar a disposició de professors i estudiants d'entorns de desenvolupament de pràctiques. La constant evolució de les tecnologies i l'aparició de noves vulnerabilitats fa imprescindible l'avaluació i l'actualització dels seus dissenys i components. Un d'aquests entorns, anomenat Deic-docència, és l'utilitzat per a realitzar pràctiques que requereixen fer ús de recursos de servei de documents multimèdia a Internet, bases de dades i eina de gestió d'aquestes. És el cas de les pàgines web que es desenvolupen en les pràctiques de les assignatures de Tec-

nologies de Desenvolupament per a Internet i Web i la de Serveis de Telecomunicació. En aquest projecte s'ha desenvolupat: un nou entorn de pràctiques a partir de l'anàlisi del de Deic-docència, la creació d'un nou disseny i la seva implementació; i una aplicació, Deic-manager, per fer més eficient la seva gestió.

L'entorn per a pràctiques Deic-docència disposa d'un servidor Apache amb capacitat per processar fitxers PHP (s'hi han de realitzar webs dinàmiques), una base de dades de tipus MariaDB i l'eina de gestió de bases de dades PhpMyAdmin, a més d'un sistema distribuït de directoris on els alumnes administren els documents multimèdia dels seus webs. L'entorn està allotjat en una màquina del DEIC, amb domini *deic-docencia.uab.cat*, i, amb el sistema de fitxers distribuït *Network File System* (NFS), incorpora un grup de màquines Deic-dcN del departament.

El disseny actual de l'entorn té tres carències pel que fa a la seguretat i al cost de gestió que cal solucionar. La primera és l'ús de l'eina PhpMyAdmin, la qual, al comu-

- 
- E-mail de contacte: alexandre.moro@autonoma.cat
  - Menció realitzada: Enginyeria de Tecnologies de la Informació
  - Treball tutoritzat per: Sergi Robles Martínez (DEIC)
  - Curs 2021/22

nicar-se directament amb MariaDB, gestionar autenticació amb credencials, i executar i retornar resultats de consultes SQL, esdevé un element crític per la seguretat. El motiu és pel fet que el paquet de PhpMyAdmin ha estat retirat del repositori de Debian i no pot obtenir actualitzacions automàtiques perquè s'han identificat bugs de seguretat en alguna de les seves dependències [1]. La segona, és l'absència d'un control de seguretat sobre els fitxers que els alumnes pugen als directoris en les màquines del departament i l'absència d'un mecanisme de detecció de programari maliciós. La tercera és el fet que el desplegament i configuració dels entorns de pràctiques requereix una sèrie d'accions com l'administració dels diferents usuaris, directoris, bases de dades, permisos corresponents, *logs*, etc. que en l'actualitat són realitzades manualment pel personal de sistemes del departament i suposen un consum en temps de dedicació elevat.

L'objectiu d'aquest Treball de Final de Grau és desenvolupar un entorn de pràctiques dotat dels serveis necessari i que incorpori les mesures de seguretat i millores per resoldre les mancances actuals. Alhora, es crearà una eina de gestió que faci eficient la seva administració. El sistema dissenyat haurà d'estar obert a poder incorporar funcionalitats per estudiants i professors que resultin útils pel desenvolupament de les pràctiques com pot ser la visualització de *logs*.

En la resta del document s'analitzaran les tecnologies i eines candidates a incorporar-se al disseny i la viabilitat del projecte. S'exposarà la metodologia de treball i la planificació del desenvolupament. Es descriuran els tres escenaris de treball utilitzats i el desenvolupament efectuat per implementar el nou sistema. En acabat, s'exposaran i interpretaran els resultats obtinguts. Finalment, unes conclusions i una cita de les futures línies de treball, tancaran l'article.

## 2 ESTAT DE L'ART

S'exposaran aquí les solucions més utilitzades, segons els requisits marcats, en els diferents aspectes del projecte.

### 2.1 Servidor web

Els servidors web per a Linux i amb llicència de tipus GPL més utilitzats són: Apache HTTP Server i NginX. El primer, és el servidor web més usat històricament, es troba sota llicència Apache i és compatible en la majoria de sistemes operatius. Amb l'addició de mòduls, suporta els llenguatges més utilitzats per servidors com PHP, Perl, Python, etc. NginX, més nou que Apache, és el segon més utilitzat. Es troba sota llicència 2cBSD (permet incloure's en un sistema comercial) i també és compatible amb la majoria de sistemes operatius.

### 2.2 Gestió de bases de dades

Els dos gestors que utilitzen SQL i que poden satisfer els

requisits són MariaDB i Postgresql. El primer, deriva de Mysq i el segon és l'alternativa als gestors de MySQL ja que aporta una major quantitat de possibilitats de gestió.

Pel què fa a les eines de gestió de les bases de dades amb interfície web destaquen PhpMyAdmin i Adminer per MariaDB i PhpPgAdmin per PostgreSQL. Els tres ofereixen funcionalitats de gestió similars.

### 2.3 Detecció de programari maliciós

La capacitat de detecció de programari maliciós es pot realitzar per dues vies: amb cerca per signatura o per indicis de compromís [2]. ThorLite és un escàner multiplataforma d'indicadors d'elements comprometedors i regles YARA que fa un anàlisi dels processos en execució, *logs* d'*events* del sistema o les connexions de xarxa actives. ClamAV és una eina de detecció de virus, programari maliciós, troians i altres programes maliciosos basat en la cerca de signatures.

### 2.4 Backend i Frontend

Pel *backend*, destaquen diferents tecnologies. ExpressJS és un *framework* per Node.js que permet construir aplicacions web amb arquitectura REST de forma eficient. Flask, és un *micro-framework* (no necessita llibreries específiques) basat en Python, simple i flexible. Té el desavantatge de la pèrdua de rendiment al gestionar una quantitat important d'extensions afegides [3]. Finalment, Django, és el tercer *framework* més utilitzat en l'actualitat. Està basat en Python i té com a objectiu facilitar la reusabilitat i interconnexió de components.

Pel que fa al *frontend* destaquen dos *frameworks* de JavaScript: Vue i React. Ambdós fan ús d'un virtual DOM el qual, és renderitzat quan es produeixen canvis. React, al contrari que amb Vue només té transmissió d'informació en una direcció (*one-way data binding*) [4].

En resum, el servidor web permetrà tant servir els fitxers multimèdia com donar accés als *logs*. El gestor de bases de dades possibilitarà la creació de pàgines dinàmiques i l'emmagatzemament d'informació. L'eina de gestió amb interfície web, la administració de les bases de dades, mentre que el detector de programari maliciós reforçarà la seguretat global del sistema. Els *frameworks* permetran un desenvolupament més eficient de l'eina de gestió.

## 3 ESTUDI DE VIABILITAT

El domini tècnic de les tecnologies i eines esmentades en l'anterior secció es correspon amb les capacitats que un enginyer informàtic especialitzat en tecnologies de la informació ha adquirit en finalitzar els seus estudis. La viabilitat del projecte, però, a més de la pròpiament tècnica, s'ha de valorar també econòmica, legal i èticament.

La viabilitat econòmica parteix d'un cost de desenvolupament que amb una previsió de 220 hores de treball

(vegeu secció 5) equival a 3.850 euros (prenent com a referència els 17,5 euros per hora del sou del personal de suport a la recerca [5]). Tot i que el pressupost no està definit, el benefici que l'ús del sistema creat aportarà als centenars d'alumnes que l'utilitzaran anualment i l'estalvi de temps per a l'administrador permet valorar-lo com a superior al cost.

Pel que fa a la viabilitat legal, destaca que el sistema farà ús exclusivament de programari de lliure i que l'ús de dades personals com els NIU no requerirà una autorització especial, ja que la universitat ja disposa d'aquesta quan es realitza per finalitats docents. A més, en referència als continguts que emmagatzemin els alumnes caldrà aplicar la normativa europea, articles 15 i 16 de la llei 34/2002 Sobre els Serveis de la Societat de la Informació i el Comerç Electrònic, que obliga al responsable del sistema al bloqueig o retirada dels continguts il·legals tant punt tingui coneixement de la seva existència [6].

Finalment, des del punt de la viabilitat ètica, cal que el disseny es faci tenint en compte l'accessibilitat i ús per a persones amb daltonisme o dislèxia per no causar un perjudici en l'aprofitament de les eines del sistema.

## 4 METODOLOGIA

El desenvolupament d'aquest treball ha tingut una restricció de 300 hores de dedicació. A causa de la necessitat del departament de comptar el curs vinent amb una solució als problemes de l'entorn actual de Deic-docència cal garantir que en la data de finalització es tindrà un sistema amb les funcionalitats crítiques resoltes. El paradigma evolutiu de desenvolupament assegura tenir versions funcionals del sistema en finalitzar les diferents iteracions del desenvolupament i obtenir retroalimentació. Dins d'aquest paradigma, la metodologia Desenvolupament Basat en Funcionalitats (FDD en anglès), present en el Manifest Àgil [7], resulta ser una opció adequada per aplicar en aquest projecte. La raó és que permet incorporar funcionalitats de forma prioritària i, per tant, garanteix que el producte en la data límit tindrà les característiques més necessàries completades. A més, pot practicar-se de forma individual. En el FDD s'identifiquen, com s'observa en la figura 1, 5 etapes repartides en dues 2 fases.

La primera fase, de planificació, serveix per descobrir i definir l'abast del projecte i els seus requisits. En aquesta

fase es distingeixen tres etapes: definició del model inicial, llistat de requisits i planificació prioritària per funcionalitats.

La segona fase és la de construcció. En aquesta, es desenvolupen les funcionalitats en cicles d'unes dues setmanes. Consta de dues etapes: la de disseny per funcionalitat i la d'execució, la qual, implica la implementació del disseny i la seva primera avaluació. Internament, a l'hora de realitzar cada cicle, s'utilitzarà el mètode Kanban per tal de controlar el flux de treball de les diferents tasques.

## 5 PLANIFICACIÓ

La planificació del desenvolupament d'aquest treball ha estat condicionada pel funcionament de la metodologia seleccionada i per les restriccions imposades per les dates d'entrega de l'assignatura. La durada d'aquest treball ha suposat dinou setmanes de dedicació i l'entrega de 4 informes. En total, s'han destinat 300 hores repartides en 220 hores pel desenvolupament del projecte i 80 hores per la generació de la documentació necessària sobre el projecte per l'assignatura del Treball de final de grau.

Seguint la metodologia FDD, la planificació del projecte ha seguit dues fases, l'extensió de les quals es pot observar en la figura 1. La primera fase, de planificació, s'ha iniciat el dia 7 de febrer, i ha tingut una duració de poc més de dues setmanes. En aquesta fase s'han recollit els requisits del projecte, s'ha elaborat un model inicial i s'ha estructurat la planificació dels cicles de treball segons les funcionalitats a desenvolupar. La següent fase, la de construcció, ha tingut una durada de disset setmanes i ha suposat el desenvolupament i implementació del sistema tant del propi entorn de pràctiques per Deic-docència com de l'aplicació Deic-Manager de gestió. Seguint l'ordre de prioritats de la metodologia, s'ha desenvolupat, per aquest ordre, l'estructura de fitxers i permisos de l'entorn, el servei web, el servei de bases de dades tant pel que fa al gestor com a l'eina de gestió, el disseny del backend de l'aplicació, el disseny del frontend, la implementació de l'aplicació i la configuració de l'eina de detecció ThorLite. Finalment, s'ha dut a terme una avaluació de les prestacions i resultats del sistema produït per valorar el grau d'assoliment dels objectius marcats.

## 6 ENTORNS DE TREBALL

### 6.1 Entorn de desenvolupament local

Per configurar i provar individualment els elements que requerirà el disseny de l'entorn, s'ha fet ús de màquines virtuals (MV en endavant). La seva versió ha estat la Debian 11, ja que és la que utilitzaran els servidors del departament. Així s'ha replicat el tipus de màquina on s'implementarà el sistema final. Amb VirtualBox s'ha gestionat la creació d'una primera MV amb una configuració inicial bàsica comuna (usuaris, recursos de maquinari

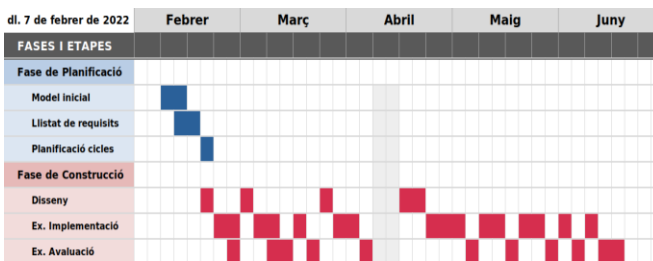


Fig. 1. Diagrama de Gantt del desenvolupament del projecte.

disponibles, etc.). A partir d'aquesta, s'ha fet un clon per actuar separatament amb cada component i conjuntament després.

## 6.2 Entorn de desenvolupament integrat

Per desenvolupar i provar la integració dels diferents components no resulta suficient l'ús de les MV Debian 11 en local, ja que en producció el sistema utilitzarà serveis oferts per altres màquines presents en la xarxa interna del departament, com ara els serveis com els d'autenticació i autorització d'usuaris, l'allotjament de les dades, etc. Per tenir un entorn de desenvolupament amb les mateixes característiques, s'ha creat una nova MV que es troba en una situació clonada a l'original Deic-docència. Aquesta MV suposa l'entorn de desenvolupament integrat i, com s'observa en la figura 2, disposarà dels serveis d'autenticació, localització i emmagatzematge en xarxa que ofereixen Desmond i les Deic-dcN.

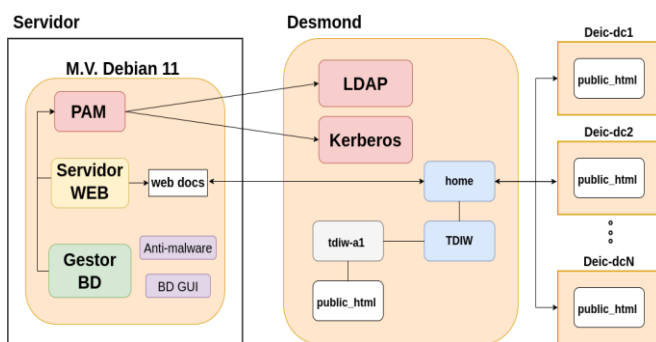


Fig. 2. Infraestructura del sistema en l'entorn integrat (equivalent al de producció).

## 6.3 Entorn de desenvolupament aïllat

La implementació de l'eina de detecció de programari maliciós comporta treballar amb mostres de programes perillosos per poder validar la seva eficàcia. Per tal d'assegurar minimitzar el risc d'infecció dels dispositius, s'ha optat per una alternativa segura. Un ordinador provinent de l'excedent d'ordinadors antics del departament en el qual s'ha instal·lat una màquina Debian 11 amb el detector de programari maliciós. Finalitzades les proves, s'ha formatat el disc.

# 7 DESENVOLUPAMENT

El desenvolupament del projecte ha requerit, en un primer moment, la determinació del seu domini. En aquesta fase inicial de planificació, s'han identificat els objectius i requisit del sistema a crear. Per l'objectiu de creació de l'entorn de publicació i realització de pràctiques docents els àmbits de requisits principals han estat: capacitat per allotjar i servir webs dinàmiques amb protocols segurs a almenys 500 usuaris, capacitat de disposar i administrar bases de dades per cada usuari de l'entorn, autenticació i autorització d'usuaris vàlids en els serveis del departa-

ment, detecció i avís de la presència de programari maliciós i capacitat d'administració automatitzada dels serveis i l'estat de l'entorn. Per l'objectiu de fer eficient la gestió de l'entorn amb l'aplicació web: presentació de la informació de l'estat de l'entorn, monitoratge dels serveis i assignatures, parametrització de les tasques d'administració, planificació de tasques, validació d'usuaris (log-in) i funcionalitat accés i filtratge dels *logs* dels serveis pels usuaris.

La identificació dels objectius i requisits del projecte ha permès establir el llistat de tasques del projecte. Aquestes, com marca la metodologia FDD, s'agrupen per funcionalitats, les quals s'ordenen per prioritats. Seguint aquest ordre de prioritats es planifiquen les iteracions de desenvolupament evolutiu del prototipus.

## 7.1 Procediment fase de construcció

En la fase de construcció s'han dissenyat i implementat les funcionalitats del sistema seguint un criteri de prioritats. El responsable del departament ha identificat l'elaboració de l'entorn de pràctiques com l'element crític del projecte, ja que ha d'estar disponible pel curs vinent. Per tant, les tasques del disseny i implementació de l'entorn han estat les realitzades en primer lloc.

El processés d'execució de cadascuna de les iteracions, ha seguit el patró de funcionament del FDD. En un moment inicial del cicle es dissenya la solució que, a priori, es considera que serà capaç de donar al sistema les funcionalitats requerides. Seguidament, s'estableix el conjunt de tasques i subtasques necessàries que es realitzaran en aquell cicle. Posteriorment, i utilitzant el mètode Kanban internament, es produeix el procés d'execució de les diferents tasques. Un cop completada la implementació de les funcionalitats, s'executen les tasques de prova per comprovar les capacitats del disseny. En cas de descobrir-se insuficient per complir amb els objectius, es du a terme un nou disseny basat en les alternatives disponibles i s'inicia, de nou el procés. Així doncs, el procés de treball intern seguit en cada cicle ha consistit en: primer dissenyar una solució; segon, establir la ruta de tasques i subtasques a partir dels requisits del cicle; tercer, executar les diferents tasques; quart, testear el resultat; i cinquè, avaluar la satisfacció dels requisits marcats.

## 7.2 Funcionalitat de servei web

Per aquesta primera funcionalitat del sistema, les característiques a implementar han estat les de l'estructura de directoris de l'entorn i el servidor de fitxers multimèdia.

### 7.2.1 Disseny

El disseny de l'estructura de directoris, ha tingut present tant les necessitats de les funcionalitats del sistema com les restriccions dels entorns de pràctiques del departament. En la figura 3 s'observa la part corresponent a una assignatura. L'arrel d'aquesta estructura, l'acrònim en mi-

núscules de l'assignatura, es troba inclosa dins l'arrel del servidor. Per sota la carpeta *Logs* contindrà dels *logs* dels serveis utilitzats pels usuaris de l'assignatura i la de *Backups* contindrà les còpies dels estats dels serveis dels usuaris. La carpeta *Docs* es destinarà a emmagatzemar dades d'utilitat pel desenvolupament de les pràctiques com poden ser les pàgines inicials o informatives, manuals, informació pels tutors, etc.

En paral·lel, dins de l'arrel del sistema de fitxers, s'hi trobarà l'estructura de directoris d'accés pels usuaris sota el directori *home*. Aquesta branca serà proveïda a través del Sistema de Fitxers en Xarxa (NFS), ja que els fitxers dels alumnes es troben a la màquina Desmond. Per evitar haver d'habilitar l'accés directe dels usuaris al servidor Deic-docència per pujar els fitxers via SSH (SFTP), l'estructura de directoris del *home*, estarà muntat també a les màquines Deic-dcN on podran accedir els usuaris.

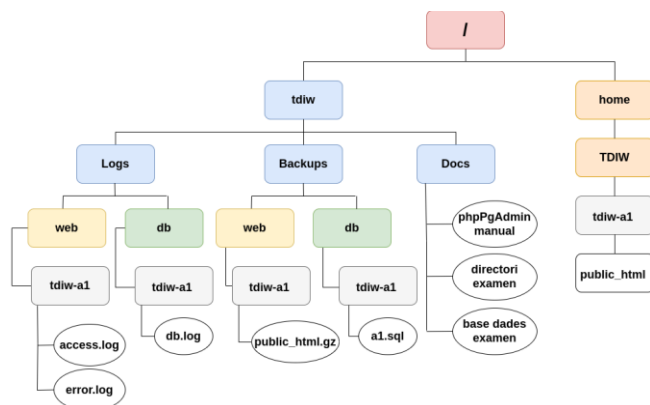


Fig. 3. Estructura de directoris de l'entorn per les assignatures.

Dins de l'arrel del sistema de fitxers hi ha també el directori d'administració. Aquest, conté els documents i informació relacionada amb l'administració de l'entorn com és el fitxer en format JSON de l'estat de l'entorn, els fitxers de l'aplicació de gestió, etc.

Pel disseny del servei de pàgines web, s'ha escollit l'Apache per haver-se demostrat adequat per aquesta finalitat als darrers anys. El disseny ofereix els documents web per mitjà de la configuració dels VirtualHosts pels *sites*. L'autenticació i autorització d'usuaris per l'accés als *sites* es realitza a través del PAM de Linux i el fitxer d'accessibilitat que ofereix Apache, el *.htaccess*. El primer mecanisme garanteix la validesa dels usuaris mentre que el segon permet, als estudiants, especificar qui podrà accedir al directori o subdirectoris del *site*. Pel que fa als dos tipus de *logs* que registra Apache (d'error i d'accés) [8], assenyalar que s'emmagatzemaran dins del corresponent subdirector del directori de logs de l'assignatura. La utilitat del sistema Linux Logrotate eliminarà aquesta informació de forma rutinària segons un criteri de mida dels arxius, per evitar l'acumulació innecessària de dades de *logs*.

## 7.2.2 Implementació

La implementació d'aquests dissenys s'ha dut a terme en l'entorn de desenvolupament local. Pel primer component, l'estructura de directoris, s'ha creat un script amb Bash per crear i reiniciar l'estructura amb els permisos necessaris. La configuració dels elements del servei web ha consistit, en primer lloc, en la configuració de l'Apache per poder servir documents estàtics. Posteriorment, la implementació del PAM de Linux que, en tractar-se de l'entorn local, ha fet servir el mòdul de *pam\_unix.so* per validar usuari (en l'entorn integrat s'utilitzarà el mòdul *pam\_krb5.so*). Això s'ha assolit afegint als VirtualHosts dels *sites* les directives de *AuthBasicProvider PAM* i *AllowOverride All*, entre d'altres (vegeu apèndix A1.1). Aquesta darrera permet la substitució del mecanisme d'autenticació pel fitxer d'accés d'Apache *.htaccess*, que poden crear els alumnes. En relació amb el registre de *logs* sobre l'activitat de les pàgines que es serveixen, s'ha especificat els formats dels missatges d'error i accés a través dels camps *ErrorLogFormat* i *LogFormat* del fitxer de configuració d'Apache perquè mostrin la informació de més utilitat en cada cas. El tractament dels arxius de *logs* amb Logrotate segons la seva mida fa innecessària la seva compressió per estalviar memòria. L'accés als *logs* es podrà realitzar via web amb la configuració d'un directori del VirtualHost que permetrà l'accés únicament a l'usuari del web que els ha generat i al tutor de l'assignatura. En aquest primer moment, els accessos es duran a terme amb HTTP (posteriorment, en l'entorn integrat s'implementarà l'accés amb HTTPS (vegeu subsecció 7.8).

## 7.2.3 Avaluació

L'avaluació d'aquest primer prototipus funcional del sistema s'ha fet a partir d'un web de proves que ha incorporat el processament de fitxers amb PHP, la presentació d'imatges i l'estructura d'encaminament. A més, s'ha creat un *site* amb un fitxer PHP que genera un bucle infinit per comprovar com el mòdul de multiprocessos que té configurat Apache permet a aquest treballar en múltiples *workers* i mantenir disponible el servei.

## 7.3 Funcionalitat de servei de bases de dades

La segona funcionalitat a desenvolupar ha consistit en el servei de bases de dades format pel gestor de bases de dades, l'eina de gestió gràfica i l'esquema de privilegis dels usuaris.

### 7.3.1 Disseny

En un disseny inicial, s'ha utilitzat el gestor de bases de dades MariaDB, ja que utilitza el llenguatge SQL, és de tipus relacional i els estudiants hi estan familiaritzats. Els usuaris de la base de dades haurien de ser els mateixos que els de l'entorn, pel fet que s'autentiquen per mitjà del PAM de Linux. Això evita haver de gestionar usuaris i contrasenyes en l'entorn de pràctiques. Pel que fa a l'eina

de gestió gràfica, la idea inicial era fer servir l'Adminer en substitució a l'actual PhpMyAdmin. Tanmateix, en tornar a ser incorporada al repositori de Debian 11 ha fet que s'optés per implementar-la per ser aquesta una preferència del professorat al tenir material de suport de pràctiques basades en aquesta eina. Pel que fa a l'esquema de privilegis, s'ha optat per donar tots els privilegis als estudiants sobre les taules d'una base de dades a emprar i els mateixos privilegis per l'usuari professor sobre les taules de totes les bases de dades de la seva assignatura. Aquest disseny inicial s'esperava que fos capaç de complir amb els requisits del sistema.

### 7.3.2 Implementació

La implementació d'aquest disseny s'ha iniciat en l'entorn de desenvolupament local. Seguint l'ordre de prioritats del llistat de tasques establert, s'ha realitzat la instal·lació de MariaDB i la seva configuració per l'autenticació d'usuaris amb el PAM de Linux a través del *plugin 'auth\_pam'*. El següent element a implementar ha estat PhpMyAdmin. La comprovació de la seva configuració ha descobert que només és capaç d'autenticar usuaris registrats amb identificació via contrasenya. Davant d'això, s'ha optat per provar l'alternativa original Adminer. Malauradament, tampoc ha resultat capaç d'utilitzar el mecanisme d'autenticació PAM. Davant l'absència d'alternatives d'eines de gestió per MySQL que complissin els requisits del projecte, s'ha renunciat a aquesta millora del disseny i s'ha acceptat haver de gestionar usuaris diferents pel servei i la necessària manipulació de credencials (contrasenyes).

### 7.3.3 Avaluació

Avaluar les capacitats del disseny ha comportat el descobriment que el gestor MariaDB té un seguit de mancances importants en el sistema de privilegis que implementa. El privilegi d'eliminar taules d'una base de dades, en MySQL, comporta la capacitat d'eliminar la mateixa base de dades [9]. Això significaria que el sistema de còpies de seguretat podria trobar-se sense tenir còpies de les bases d'alguns alumnes per la seva inexistència i comprometria la fiabilitat del mecanisme en afegir incertesa. Un cop consultat amb l'administrador, s'ha considerat que aquest fet, sumat a la falta de compatibilitat amb el PAM, requereixen el replantejament del disseny i la cerca d'alternatives viables pel servei de base de dades de l'entorn.

### 7.3.4 Replantejament del disseny i implementació

El replantejament del disseny motivat per les deficiències trobades, ha conduït a l'elaboració d'un nou disseny centrat en el gestor de bases de dades PostgreSQL i l'eina de gestió gràfica per aquest PhpPgAdmin. Ambdós elements compleixen els requisits de ser de programari lliure, tenir llicències GPL o equivalents i ser presents al repositori de Debian 11 per permetre el seu manteniment en un estat estable i segur gràcies a les actualitzacions.

Implementar el disseny basat en PostgreSQL ha seguit la mateixa línia procedimental que amb el disseny anterior. S'ha realitzat la seva instal·lació i la seva configuració per poder validar els usuaris per mitjà del PAM de Linux. A diferència de MariaDB, PostgreSQL, per defecte, ja bé preparat per suportar aquest tipus d'autenticació, juntament amb altres com Kerberos o LDAP. Només cal fer una modificació en l'arxiu de configuració d'autenticació *pg\_hba.conf* indicant el servei de pam i creant-lo dins la carpeta corresponent *pam.d*. Tot seguit, s'ha incorporat l'eina de gestió amb interfície web PhpPgAdmin.

### 7.3.5 Avaluació del nou disseny

En avaluar-se el nou disseny, s'ha comprovat com resolt els problemes anteriorment trobats. Tant PostgreSQL com l'eina PhpPgAdmin realitzen l'autenticació dels usuaris a través del PAM correctament. Pel que fa al disseny de l'esquema de privilegis pels usuaris, gràcies a una major complexitat en PostgreSQL, s'ha pogut generar l'esquema que s'observa en la figura 3 i que compleix amb els requisits buscats. Es pot veure com les bases de dades són totes de propietat de l'usuari administrador *postgres*, amb la qual cosa, no poden ser eliminades pels altres usuaris.

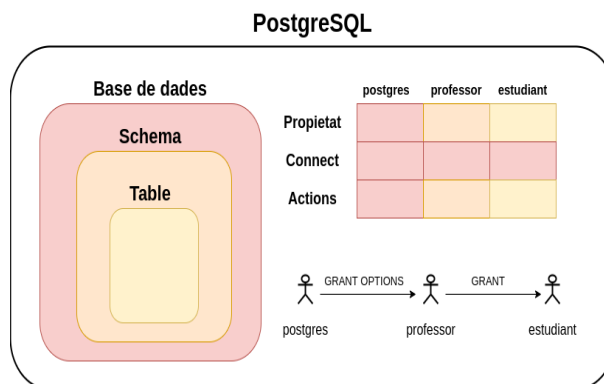


Fig. 3. Esquema de privilegis i propietat sobre els elements de les bases de dades.

S'ha atorgat els privilegis de connexió i accions a les bases de dades als usuaris professors amb l'opció *GRANT OPTION*. Així, en atorgar-los ells als alumnes, retenen el poder de controlar els privilegis als estudiants. L'esquema permet als usuaris estudiants totes les accions sobre els objectes continguts dins de l'esquema públic. La decisió d'implementar un nou disseny pel servei de bases de dades, per tant, ha resultat ser un encert, ja que, si bé ha causat la necessitat de replanificar el projecte per l'augment de temps dedicat, les millores aconseguides estan en concordança amb els objectius del projecte.

### 7.4 Funcionalitat d'administració de l'entorn

La no disponibilitat de l'entorn integrat, al estar compromesos els recursos del servidor que requeria la seva creació, a comportat que s'iniciés el desenvolupament del con-

junt de funcionalitats d'administració de l'entorn. Concretament, el disseny de la base de dades de l'estat de l'entorn, les funcionalitats del sistema de còpies de seguretat i l'eina de detecció de programari maliciós.

#### 7.4.1 Disseny

Pel disseny de la base de dades de la informació de l'estat de l'entorn, s'ha optat per emmagatzemar aquesta informació en un fitxer de dades en format JSON. Aquesta resulta ser una opció genèrica perquè no requereix l'existència d'un gestor de base de dades. La informació que conté està agrupada en dos tipus d'objecte: les assignatures i l'entorn. El primer contindrà les dades referents als estudiants, còpies de seguretat i serveis de cada assignatura, mentre que el segon serà únic i contindrà la metainformació de l'entorn i dels serveis.

Pel disseny del sistema de còpies de restauració s'han definit tres mecanismes. El mecanisme de bloqueig de l'ús del servei, necessari per crear l'efecte les dates límits d'entregues de les assignatures. El mecanisme d'instantànies o *snapshots* per capturar l'estat dels directoris i les bases de dades dels alumnes en un moment concret, com per exemple per avaluar les fites de progrés. Finalment, el mecanisme de substitució, el qual intercanvia les dades en el servei per les seleccionades i que permetrà als professors carregar els estats a avaluar dels alumnes.

#### 7.4.2 Implementació i avaluació

Per realitzar les còpies de seguretat de les instàncies del servei web, s'ha fet ús de les eines Gzip i Gunzip dels sistemes Linux. En canvi, per la creació de còpies i restauració de les bases de dades s'ha utilitzat les eines de PostgreSQL. Concretament, Pg\_dump, Pg\_restore i Psql. Un cop coneguts els instruments a fer servir, s'ha procedit a la generació del scripts en Bash per a l'automatització dels mecanismes de còpies de seguretat i restauració. Les còpies es mantindran, comprimides, dins del propi entorn de pràctiques, per no sobrecarregar la màquina Desmond. Es podrà recórrer a la planificació de l'execució dels corresponents scripts amb les eines de Crontab i At de Linux.

La darrera funcionalitat d'administració que s'ha realitzat en aquest moment ha estat la de configuració de l'eina de detecció de programari maliciós. Els resultats de l'escàner són guardats en un resum en format, tant TXT com HTML. S'ha creat un scrip Bash que gestiona l'execució de ThorLite per analitzar el fitxer de *logs*, identificant la presència, en els resultats, d'alertes per tal que, quan les detecti, envii immediatament l'avís al correu electrònic de l'administrador. Com s'ha explicat en la subsecció 6.3, per raons de seguretat, l'avaluació de les capacitats de ThorLite es requerirà dur a terme en l'entorn segur aïllat.

#### 7.4.3 Modificacions en la planificació

El descobriment de les ineficiències del primer disseny del servei de bases de dades ha provocat haver d'estalviar

temps renunciant a incorporar en l'aplicació Deic-Manager de la funcionalitat de consulta filtrada dels *logs* pels estudiants. Això no suposa una pèrdua important, ja que continuaran podent realitzar l'accés via web.

### 7.5 Implementació dels serveis en l'entorn integrat

#### 7.5.1 Implementació

La implementació del sistema en l'entorn integrat ha seguit un procediment anàleg al del desplegament en l'entorn local: instal·lació i configuració del component, prova del funcionament individual i prova del seu funcionament amb el conjunt. La màquina Deic-docència no té els usuaris de les diferents assignatures registrats en local, sinó que requereix la màquina Desmond per la seva autenticació i autorització. Això ha fet necessari canviar les regles de PAM de la configuració d'autenticació d'Apache i PostgreSQL per a utilitzar el protocol Kerberos. El darrer component del sistema, l'eina de detecció de programari maliciós Thorlite, no requereix instal·lació ni configuració, ja que és autocontinguda.

#### 7.5.2 Avaluació

L'avaluació del sistema en l'entorn integrat en aquest moment ha tingut dues limitacions: l'absència d'accés als directoris reals de les assignatures per NFS i la disponibilitat d'usuaris vàlids en l'entorn. El primer ha estat degut al fet que, en estar-se realitzant pràctiques docents, no es volia córrer el risc de causar pèrdues de dades. El segon ha estat el fet de disposar amb només dos usuaris, tdiw-w14 i st-c14, per poder dur a terme les comprovacions. Per validar el compliment dels requisits en aquest entorn, s'ha generat una pàgina web de botiga virtual escrita en PHP amb les característiques equivalents a les webs desenvolupades en les pràctiques de TDIW. Alhora, s'ha generat la corresponent base de dades per dotar de productes i capacitat de registre a la botiga en línia de proves. S'ha comprovat com el servidor serveix correctament els recursos demanats, prèvia autenticació dels dos usuaris, els quals en introduir la contrasenya corresponent resulten validats per Desmond o pel mecanisme amb el *.htaccess*. La lectura i escriptura de les dades de la botiga des de PostgreSQL també funciona adequadament. La darrera comprovació ha validat la gestió de les bases de dades amb l'eina de gestió PhpPgAdmin a través d'insercions i modificacions de dades i creació i eliminació de taules, entre altres.

### 7.6 Aplicació de gestió de l'entorn

#### 7.6.1 Disseny

El disseny de l'aplicació web, basada en l'arquitectura API-REST, consta de dues parts: el *backend* i el *frontend*.

El *backend* recull les funcionalitats de control de flux, recuperació/escriptura de dades de l'estat i l'execució de

les comandes de Bash per aplicar els canvis en l'entorn indicats per l'administrador. Disposa de tres elements: l'script `app.js`, els scripts en Bash i el gestor de la base de dades de l'estat de l'entorn. L'script `app.js`, amb el *framework* de NodeJS ExpressJS, atendra i donarà resposta a les peticions REST que rebí del *frontend*. El segon, són el conjunt de scripts que contenen les comandes en Bash que cal executar per aplicar els canvis en l'entorn. Finalment, el tercer element, és el gestor de la base de dades de l'estat de l'entorn (fitxer `dbEntorn.json`), que s'encarregarà d'extreure la informació de l'estat, redirigir el flux d'execució entre els diferents scripts i actualitzar-la.

El *frontend* de l'aplicació de gestió tindrà dos elements principals: les pàgines de temàtica i les cartes de funcionalitats. En la figura 4 es pot observar una de les pantalles del prototipus fet amb l'eina de prototipatge Marvel.

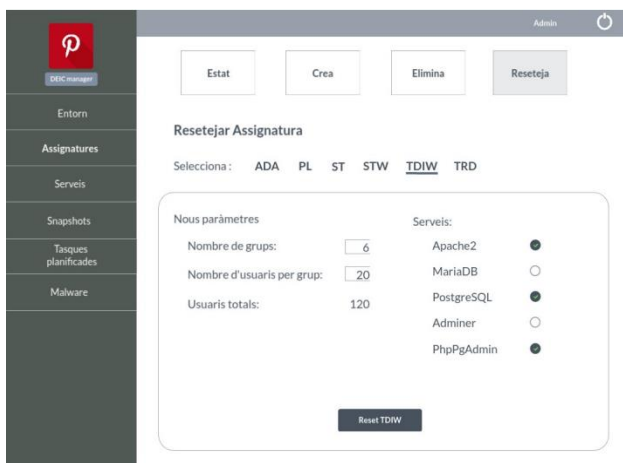


Fig. 4. Pàgina de reinici d'assignatura del prototipus de l'aplicació de gestió Deic-Manager realitzada amb l'eina Marvel.

La interfície recull en una barra lateral de navegació les pàgines de l'aplicació. Les 6 àrees de tractament són: la d'Entorn, conté la informació resumida de l'estat de l'entorn; la d'Assignatura, recollirà les cartes (funcionalitats) d'estat, creació, eliminació i reinicialització; la de Serveis disposarà de la visualització d'estat i activació i desactivació de serveis; la de Snapshot permetrà realitzar, restaura i eliminar còpies de seguretat de l'estat dels serveis; la pàgina de Tasques planificades permetrà visualitzar les tasques programades actualment en l'entorn (amb les eines At i Crontab) i cancel·lar-les; i, finalment, la pàgina de Programari maliciós disposarà de les cartes de resum dels escàners fets i la de realització de nous.

Un cop dissenyada la interfície d'usuari i l'esquema de pàgines i cartes de l'aplicació, s'ha mostrat al que serà el principal usuari de l'aplicació, l'administrador de sistemes del departament, per validar-ne les capacitats, grau d'usabilitat i rebre retroacció.

### 7.6.2 Implementació

El procés d'implementació ha consistit a crear primer la part corresponent del *frontend* i seguidament la part ne-

cessària del *backend* per donar resposta a les peticions.

En el *backend*, utilitzant NodeJS amb el *framework* d'ExpressJS, s'ha realitzat el tractament de les peticions que es reben des del *frontend*. Per tractar aquestes peticions el *framework* es val: de l'URL per distingir quin recurs es busca, i dels mètodes GET i POST per rebre els paràmetres seleccionats. L'execució dels scripts Bash es realitza amb la llibreria de Nodejs ShellJS i l'accés a la informació de la base de dades de l'estat de l'entorn amb la lectura del fitxer `dbEntorn.json`.

Utilitzant VueJS s'ha desenvolupat tot el *frontend* de l'aplicació. Aquest *framework* funciona a través de la creació de 'components' (entitats amb característiques com la seva representació en Html o variables d'estat). Els components principals són la barra de navegació i les 6 pàgines de temàtica. En accedir a l'aplicació es presenta la pàgina resum de l'entorn. El control d'accés (log-in) en aquest punt, en no implementar-se funcionalitats per a usuaris diferents de l'administrador, no s'ha hagut d'implementar. Com s'observa en la figura 4, la pàgina de resum té dues parts principals: la barra lateral de navegació i l'espai central. El component central presenta, en forma de cartes seleccionables, un llistat de les funcionalitats disponibles per la temàtica en qüestió. Un cop l'usuari ha navegat fins a la funcionalitat que desitja utilitzar, només ha d'inserir o seleccionar els paràmetres requerits i prémer el botó d'aplicació que desemboca en l'execució d'una petició sobre el *backend* amb els mètodes GET o POST. El resultat de les execucions del *backend* es registren en els fitxers de *logs* de la temàtica corresponent.

### 7.6.3 Avaluació

L'avaluació del funcionament de l'aplicació s'ha centrat en tres aspectes: la navegació, l'obtenció/presentació d'informació (simulada) de l'estat de l'entorn i l'adequada creació, processament i resposta de les peticions de l'usuari. S'ha comprovat que l'aplicació executa correctament les ordres indicades i presenta els resultats rebuts a l'usuari.

### 7.7 Correccions finals i estils

Aquesta part final del desenvolupament del sistema ha estat destinada a la correcció de les funcionalitats de l'aplicació de gestió i la creació dels estils CSS per a la interfície web de l'aplicació. En iniciar les proves de l'aplicació en l'entorn local, s'han identificat situacions de comportaments incorrectes que han hagut de ser resolts. Igualment, s'han incorporat mecanismes de control del format dels paràmetres a introduir en l'aplicació per fer més robust el seu funcionament. També s'ha modificat el funcionament d'algunes accions de segons les indicacions de l'administrador. Per exemple el fet que la restauració de serveis no es pogués fer individualment per cada servei de l'assignatura o que la seva desactivació no permetés continuar accedint a la informació als estudiants. Paral·lelament, s'ha desenvolupat el conjunt de regles CSS

per aplicar els estils dissenyats en la interfície d'usuari de l'aplicació.

Corregides les funcionalitats i acabada la interfície s'ha procedit a avaluar el funcionament de l'aplicació en l'entorn local simulant totes les accions de desplegament i administració que pot realitzar l'usuari administrador i totes les possibles combinacions de paràmetres que es poden seleccionar.

## 7.8 Desplegament i avaluació final

Per finalitzar el desenvolupament s'han dut a terme dues tasques. La primera, el desplegament del sistema complet en l'entorn integrat. Amb això s'ha pogut verificar el funcionament en les condicions en què operará el sistema final en producció, és a dir, amb l'autenticació dels usuaris a través de Desmond amb el protocol Kerberos i la manipulació dels directoris dels estudiants muntats amb el protocol NFS. També ha permès implementar els serveis d'accés als webs dels estudiants i als logs amb el protocol segur HTTPS. Per aquesta característica ha calgut generar un certificat SSL pel servidor web de tipus Wildcard. Aquest tipus de certificat permet autenticar, amb un certificat, tots els webs que s'inclouin en el subdomini de *deic-docencia.uab.cat* [10].

Una vegada finalitzat el procés d'implementació del sistema en l'entorn integrat, s'ha procedit a realitzar la seva avaluació final. En la secció 8 s'exposa els resultats obtinguts.

## 8 RESULTATS

Els resultats obtinguts amb el sistema creat s'han de valorar respecte als objectius del treball i des de dues perspectives: qualitativa (característiques i funcionalitats) i quantitativa (mesures).

### 8.1 Entorn de realització de pràctiques

S'ha assolit l'objectiu de crear un entorn de desenvolupament de pràctiques on els estudiants puguin dur a terme els seus projectes amb les funcionalitats necessàries i amb seguretat. Aquesta darrera característica s'ha aconseguit amb l'adopció del protocol HTTPS en totes les comunicacions entre els estudiants i l'entorn (per defensar-se d'atacs de *sniffing*) i l'ús del PAM per totes les autenticacions que elimina la necessitat de gestionar usuaris dins l'entorn.

Pel que fa al servei web, l'entorn és capaç de servir pàgines dinàmiques, recuperar o emmagatzemar informació en les bases de dades i permetre la pujada de fitxers des dels webs. A més, restringeix l'accés als logs a l'usuari estudiant en qüestió i al professor de l'assignatura. Com a indicadors s'han determinat:

- *Nombre d'usuaris gestionable*: s'ha generat una assignatura amb 500 usuaris, webs i bases de dades (la

màxima quantitat d'una assignatura del departament). S'ha constatat que el sistema és capaç de gestionar correctament els serveis. La figura 6 mostra la visualització del resum d'aquesta assignatura de test.

- *Nombre de connexions simultànies*: cada usuari pot requerir 3 connexions (pel web, els logs i l'eina de gestió de bases de dades). S'ha generat una simulació de fins a 1500 connexions simultànies amb 20 peticions concurrents per reproduir el màxim teòric que haurà de suportar el sistema. S'ha comprovat, com mostra la figura 5, que el servidor pot mantenir la càrrega de connexions i servir fluidament (menys d'un segon per petició de mitjana) webs dinàmiques grans.

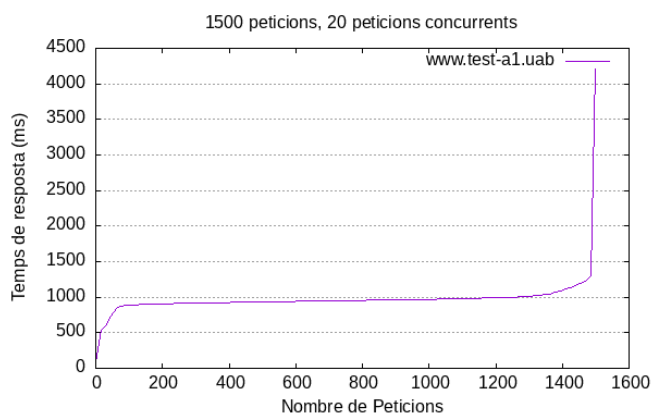


Fig. 5. Temps mig de resposta per a 1500 connexions amb peticions concurrents de 20.

Pel que fa al servei de base de dades, l'entorn és capaç de servir i d'emmagatzemar dades en una estructura de taules de tipus relacional utilitzant el llenguatge SQL, facilitant la seva utilització pels alumnes. Els usuaris poden administrar les seves bases de dades a través d'una eina de gestió amb interfície web i realitzar qualsevol acció sobre les taules i fer o carregar còpies de seguretat.

L'esquema de privilegis dóna un major control als usuaris professors sobre els seus alumnes en ser ells els qui atorguen els privilegis amb l'opció `WITH GRANT OPTION`. Els usuaris estudiants no poden eliminar les bases de dades, fent més segur el sistema de còpies de seguretat i restauració. Els indicadors són els següents:

- *Nombre de bases de dades*: el nombre màxim previst per una assignatura és 500. S'ha comprovat que PostgreSQL gestiona correctament aquesta quantitat.
- *Nombre de bases de dades, taules i tuples*: el gestor PhpPgAdmin és capaç de gestionar fluidament qualsevol quantitat prevista de bases de dades i de taules. S'han generat 1000 bases de dades, 1000 taules dins d'una base de dades i 1000 tuples dins d'una taula. Les capacitats de PostgreSQL són molt majors [11].
- *Mida bases de dades*: s'ha generat una base de dades de 2 GB, el màxim necessari per qualsevol assignatura, i s'ha comprovat que es gestiona/utilitza correctament.

## 8.2 Administració de l'entorn

L'objectiu de fer eficient la gestió de l'entorn s'ha assolit amb el desenvolupament de l'aplicació Deic-Manager i de la base de dades de la informació de l'estat de l'entorn. L'aplicació proporciona la capacitat d'automatitzar les tasques d'administració mentre que la base de dades de l'estat permet emmagatzemar i recuperar la informació necessària per administrar-lo. Com es veu en la figura 6, presenta visualment les dades referents a l'entorn, assignatures, serveis i usuaris, fent més eficient la supervisió.

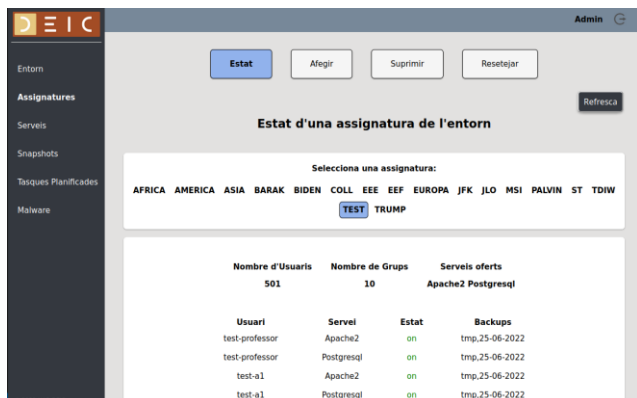


Fig. 6. Visualització de la informació d'estat de l'assignatura TEST en l'aplicació de gestió de l'entorn Deic-Manager.

L'administrador, a través de la interfície d'usuari, pot escollir i parametritzar les accions d'administració de l'entorn i planificar la seva execució per a una data concreta o rutinàriament. Aquesta automatització permet reduir el cost en temps que suposa la supervisió i administració de l'entorn.

L'execució d'escàners periòdics, amb ThorLite, i l'alerta immediata a l'administrador en detectar-se quelcom sospitos reduïx el temps de resposta davant l'intent de vulneracions en l'entorn. Aquesta característica reforça el nivell de seguretat global de l'entorn. Com a indicadors:

- *Reducció de temps de les tasques per la gestió:* es preveu un pas d'hores de treball a qüestió de quarts d'hora.
- *Percentatge de detecció programari maliciós:* davant un conjunt de 88 mostres de programari maliciós, l'escàner ThorLite ha estat capaç de detectar la totalitat dels fitxers infectats (3 alertes i 85 warnings).

## 9 CONCLUSIONS

El nou sistema creat dona resposta a les necessitats del departament Deic de disposar d'un entorn de desenvolupament de pràctiques adequat i gestionable. Per la banda de la seguretat, això s'ha aconseguit resolent els problemes amb tres mesures: en les comunicacions al aplicar el protocol segur HTTPS en totes les transferències de dades entre els usuaris i l'entorn; en la gestió d'usuaris en aprofitar el PAM de Linux per delegar-la a Desmond i en la

detecció de programari maliciós en incorporar l'eina ThorLite amb capacitat de detecció d'indicadors de compromís i regles YARA. Per la fiabilitat, aquesta es veu reforçada amb l'adopció del gestor PostgreSQL que permet una major granularitat de l'esquema de privilegis del servei de base de dades. Finalment, per l'eficiència, aquesta s'aconsegueix en la supervisió i administració de l'entorn al automatitzar totes tasques a través de l'aplicació de gestió creada pel departament. Les línies de treball futur consistirien en completar les funcionalitats de l'aplicació de gestió amb els serveis per als alumnes i professors de consulta de logs amb filtres, visualitzar els estats dels directoris o bases de dades que no s'han pogut fer.

## AGRAÏMENTS

Voldria expressar el meu agraïment al meu tutor, el Sergi Robles pels seus suggeriments i consells en la guia d'aquest treball; a l'Adrià Sánchez, l'administrador de sistemes, per l'ajuda i temps que m'ha donat durant aquests mesos; i als professors que, amablement, m'han prestat el seu consell quan els he demanat per algun dubte concret.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Bonaccorso, "tcpdf: (possibly) unfit for buster release," Debian Bug report logs, 5 de juny 2019. [En línia]. Disponible a: <https://bugs.debian.org/cgi-bin/bugreport.cgi?bug=930017>.
- [2] A. Ömer, and R. Samet, "A comprehensive review on malware detection approaches," *IEEE Access*, vol.8, pp. 6249-6271, Gen. 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2963724.
- [3] G. Devndra, "Comparative study on Python web frameworks: Flask and Django," B.S. thesis, Dept. Media Engineering, Metropolia Univ., Helsinki, Suomi, 2020. [En línia]. Disponible a: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339796/Ghimire\\_Devndra.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339796/Ghimire_Devndra.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- [4] S. Elar, "JavaScript Frameworks: Angular vs React vs Vue," B.S. thesis, Dept. Business Information Technology, Haaga-Helia Univ., Helsinki, Suomi, 2019. [En línia]. Disponible a: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/261970/Thesis-Elar-Saks.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- [5] UAB, Retribució del PAS funcionari - Taules retributives 2021. 2020. [En línia]. Disponible a: <https://www.uab.cat/web/personal-uab/personal-uab/personal-d-administracio-i-serveis/retribucions-del-personal-d-administracio-i-serveis>.
- [6] Reglament 34/2002, de 11 de juliol, de serveis de la societat de la informació i el comerç electrònic. Disponible a: <https://www.boe.es/eli/es/l/2002/07/11/34/con> [Accedit: 20 de febrer de 2022].
- [7] P. Hohl, et al. "Back to the future: origins and directions of the "Agile Manifesto"," *Journal of Software Eng. R&D*, vol.6, no.15, pp. 1-27, 2020, doi: 0.1186/s40411-018-0059-z.
- [8] F. Andrew, "Content Handlers," in *Apache 2: Pocket Reference. For Apache Progr. & Administrators*. USA: O'Reilly, 2008, pp.103.
- [9] D. Russell, "User Accounts and Privileges," in *Learning MySQL and MariaDB. Heading in the Right Direction with MySQL and MariaDB*. USA: O'Reilly, 2015, pp 253-260.
- [10] "Avoid Dangers of Wildcard TLS Certificates and ALPACA," National Security Agency, USA, Oct. 2021.
- [11] "PostgreSQL Limits", Postgresql.org, <https://www.postgresql.org/docs/current/limits.html>, (accedit 12 Març, 2022).

## APÈNDIX

### A1. CONFIGURACIONS ADDICIONALS DEL SERVEI WEB

En aquesta secció es recull la configuració dels VirtualHosts dels webs i la tasca de Logrotate per tractar els logs del servei web.

#### A1.1 VirtualHosts d'Apache

La configuració dels *sites* dels webs consta dels següents elements: subdomini, *alias* per distingir el directori dels logs, certificat SSL i mecanisme d'autenticació de cada directori que es serveix. En el següent requadre es mostra la configuració per l'usuari *tdiw-a1*.

```
<VirtualHost *:443>
  ServerName tiw-a1.deic-docencia.uab.cat
  ServerAdmin administrador@localhost
  DocumentRoot home/TDIW/tiw-a1/public_html/
  SSLEngine on
  SSLCertificateFile /root/certs/deic-docencia_uab_cat.crt
  SSLCertificateKeyFile /root/certs/servidor.key
  ErrorLog /tdiw/logs/web/tiw-a1/error.log
  CustomLog /tdiw/logs/web/tiw-a1/access.log combined
  Alias /logs /tdiw/logs/web/tiw-a1
  <Directory /tdiw-a1/logs/web/tiw-a1>
    AllowOverride All
    Options Indexes
    AuthType Basic
    AuthName \"private area\"
    AuthBasicProvider PAM
    AuthPAMService apache
    <RequireAny>
      Require user tiw-professor
      Require user tiw-a1
    </RequireAny>
  </Directory>
  <Directory /home/TDIW/tiw-a1/public_html/>
    AllowOverride All
    AuthType Basic
    AuthName \"private area\"
    AuthBasicProvider PAM
    AuthPAMService apache
    Require valid-user
  </Directory>
</VirtualHost>
```

Fig. 7. Exemple de configuració del VirtualHost per l'usuari *tdiw-a1*.

#### A1.2 Logrotate

La configuració del tractament que fa Logrotate sobre els logs dels webs dels alumnes busca evitar consumir memòria innecessàriament alhora que es manté sempre la informació més important dels registres d'activitat. Els logs es guarden en 3 arxius que es van rotant cada vegada que arriben a omplir-se amb 200 KB de dades. Així, els estudiants podran recuperar els darrers 600 KB de registres (equivalent a 3000 entrades de logs). En el següent requa-

dre es mostra la configuració pels registres de l'usuari *tdiw-a1*.

```
/tdiw/logs/tiw-a1/*.log
{
    rotate 3
    size 200k (unes 1000 entrades)
    missingok
    sharedscripts
    postrotate
      /etc/init.d/apache2 reload > /dev/null || true;
    endsript
}
```

Fig. 8. Configuració de la utilitat Logrotate pel tractament dels logs del servei web per a l'usuari *tdiw-a1*.

### A2. CASOS D'ÚS

#### A2.1 Cas d'ús aplicació Deic-manager

El següent és el cas d'ús de l'aplicació Deic-Manager. En aquest es pot observar la interacció de l'aplicació amb els components de l'entorn per aplicar les modificacions indicades (funcionalitats a disposició de l'usuari administrador).

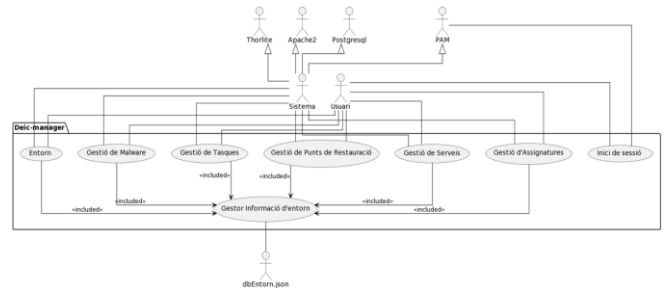


Fig. 9. Cas d'ús de l'aplicació de gestió Deic-Manager.

#### A2.2 Cas d'ús de navegació de l'aplicació

El següent diagrama representa la navegació bàsica que es pot realitzar dins l'aplicació.

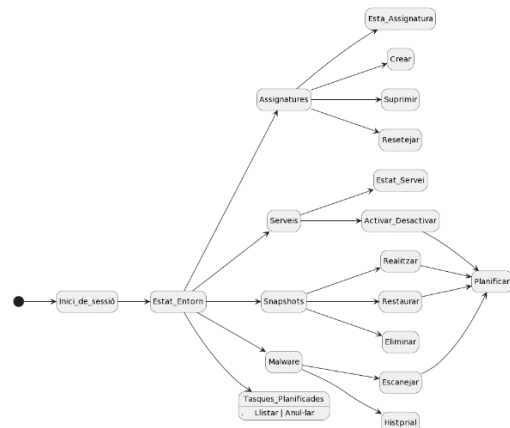


Fig. 10. Cas d'ús de navegació de l'aplicació Deic-Manager.