

Creación de un dashboard para usuarios del ticket digital de Mercadona con visualización de la evolución temporal de precios en productos habitualmente adquiridos, costes de compras por intervalos temporales y gastos por áreas de producto.

Santiago Sánchez Sans

Ciclo formativo en desarrollo de aplicaciones web

Memoria del Proyecto de DAW

IES Abastos. Curso 2024/25. Grupo 7X. XX de Junio de 2025

Tutor Individual: Carlos Furones

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi padre y a mi madre por su apoyo incondicional en la realización de este grado superior a tiempo completo, que esperamos permita consumir un cambio profesional del ámbito de la Psicología a la informática.

Mensaje para el lector

La redacción íntegra de esta memoria se ha hecho a mano. No se ha utilizado inteligencia artificial para la redacción de sus frases, ni revisión gramatical u ortográfica. Se insta al lector a tomarla en serio, pues es el resultado del esfuerzo y trabajo constante hechos de marzo a mayo de 2025.

Índice general

1. Identificación de objetivos	1
1.1. ¿Qué es el ticket digital de Mercadona?	1
1.2. Identificación de necesidades	1
1.3. Objetivos del proyecto	2
2. Diseño del proyecto	3
2.1. Análisis de la realidad local	3
2.2. Requisitos Funcionales	4
2.2.1. Requisitos de la aplicación	4
2.2.2. Requisitos de los usuarios	5
2.3. Stack tecnológico	5
2.3.1. Front-End: HTML, CSS y Javascript	5
2.3.2. Back-end: Java (Spring Boot) y Python (FastAPI)	5
2.3.3. BBDD: MySQL y MongoDB	5
2.4. Diagramas de la aplicación	6
3. Desarrollo del proyecto	7
3.1. GitHub del proyecto	7
3.2. Entornos de desarrollo	7
3.3. Desarrollo back-end (Spring Boot)	8
3.3.1. Estructura de la aplicación	8
3.3.1.1. src/main/resources: archivos de configuración	9
3.3.1.2. src/main/java: las clases del proyecto	9
3.3.1.3. pom.xml: dependencias de maven	10
3.3.2. Autenticación y Autorización	10
3.3.2.1. método utilizado: JWT	10
3.3.2.2. ¿Qué compone un JWT?	12
3.3.2.3. Implementación de JWT en java SpringBoot	12
3.3.2.4. Enviar por primera vez el Access Token hacia el front-end (registro)	15
3.3.2.5. Recibir en el back-end el JWT enviado desde el front-end y con él securizar un endpoint de la API mediante interpretación de claims y verificación de firma.	16
3.3.3. validación de datos (End-points back)	21
3.4. desarrollo back-end (microservicio con Python)	21
3.5. desarrollo del front-end	21
3.5.1. Enrutamiento de vistas	21
3.5.2. Manejar vistas en función de Autenticación y autorización	25
3.5.2.1. Protegiendo las vistas: expiración del token	26

3.5.2.2.	Protegiendo las vistas: permisos	27
3.5.2.3.	Recibir el Access Token desde el back-end	28
3.5.3.	validacion de datos (Formularios entrada)	30
4.	Evaluación y Conclusiones Finales	31
5.	ANEXO	32
5.1.	Flujo de trabajo habitual en git	32
5.2.	Diferencias de seguridad: JWT vs SESSIONID en cookies seguras	33
5.3.	Clases para crear y verificar JWTs	34
5.3.1.	Clase JWT	34
5.3.2.	Clase Refresh Token	34
5.3.3.	Clase Access Token	34
5.4.	Clases de seguridad	35
5.4.1.	Clase ConfiguracioSeguretat.java	35
5.4.2.	Controlador con restricciones aplicadas	36
5.5.	Diagrama réplica netflix	37
5.6.	Diagrama enrutamiento mercApp	38
5.7.	Aspectos ventajosos de separar front-end y back-end (SoC)	38
7.	Bibliografía	39

Identificación de objetivos

1.1. ¿Qué es el ticket digital de Mercadona?

Mercadona implementa un sistema de tickets digitales que vinculan la tarjeta de débito a un correo electrónico. Cualquier usuario del supermercado que quiera utilizar el ticket digital solamente deberá facilitar estos dos datos y el supermercado le enviará por correo electrónico los tickets de las posteriores compras hechas en cualquier establecimiento de Mercadona.

Las ventajas para el usuario y para el supermercado de tener un ticket digital son evidentes: el cliente no perderá los tickets de cara a devoluciones, no deberá esperar a su impresión después del pago y no se verá expuesto a la tinta del texto del ticket físico: que al menos por allá en 2019 la comisión europea ya alertaba de su peligrosidad [1] a partir de un estudio de la Universidad de Granada que hallaba alto contenido de Bisfenol-A¹ en los tickets de compra de distintos países [2][3].

Las ventajas de la adopción masiva del ticket digital para el supermercado y el trabajador también son claras: se evita el derroche de papel, se impide que los cajeros estén expuestos a químicos que constituyan un riesgo laboral y, finalmente, se consigue acortar los tiempos de cola mejorando la experiencia de los clientes y asegurando su regreso futuro.

1.2. Identificación de necesidades

Los tickets de cada usuario del ticket digital de Mercadona se acumulan de forma recurrente en su correo electrónico. A pesar de contener información valiosa de cara a la planificación de gastos, este formato digital solamente responde a ventajas operativas para el supermercado y cliente del mismo; pero no ha mejorado todavía la asimilación ni la interpretación de los datos por parte del cliente: este no puede visualizar lo que ha gastado a lo largo de un período temporal, ni la evolución de los precios de los productos que adquiere, ni los supermercados en los que ha comprado, ni las veces que lo ha hecho, etc.

Con un formato estructurado como el que ya tienen a día de hoy los tickets

¹Es un químico que es un disruptor del sistema endocrino.

digitales podemos sacar muchísima información y presentársela al cliente de forma clara y visual: los asuntos de los correos que contienen los tickets tienen un formato estándar y predecible, y dentro de cada correo electrónico se encuentra un solo PDF con el desglose de la compra (producto, unidades vendidas, establecimiento, etc.) que espera ser minado y analizado.

1.3. Objetivos del proyecto

Este proyecto quiere responder a estas necesidades. Para ello se plantea la Creación de un *dashboard* o “cuadro de mando” en forma de aplicación web para que un usuario del ticket digital de Mercadona pueda visualizar la evolución de precios de los productos adquiridos, el coste promedio de sus compras por períodos temporales y sus distribuciones de gastos a partir de los tickets digitales guardados en una base de datos.

A grandes rasgos, los **Objetivos principales** del proyecto son proporcionar al usuario del ticket digital una herramienta que muestre en gráficos visuales:

- **La evolución de precios** (inflación) a lo largo del tiempo en los productos habitualmente comprados en el mismo establecimiento².
- **Evolución del gasto** total del usuario a lo largo del tiempo por períodos temporales.

Más concretamente los subobjetivos los mostramos en forma de requisitos en el apartado [2.2.1](#)

²La evolución de precios se mostrará solamente para un mismo centro de Mercadona, dado que distintos centros pueden cambiar los nombres de los productos (por ejemplo, en Cataluña. . .).

Diseño del proyecto

Como veremos en el apartado [2.1](#), el motivo por el que se ha usado principalmente Java como lenguaje de back-end y Spring Boot como framework está vinculado con el análisis de la realidad local: tanto en la probabilidad de inserción laboral futura como en economía de tiempo durante la realización de las prácticas.

Asimismo, de los objetivos principales de los que hemos hablado en la sección [1.3](#) hemos derivado una serie de requisitos funcionales de la aplicación, que se verán en el apartado [2.2.1](#)

2.1. Análisis de la realidad local

Esta aplicación tiene muchísimo contenido de back-end. Por ello, la elección del lenguaje de programación para este era importante y obedece a criterios puramente estratégicos.

En primer lugar, se ha utilizado el lenguaje de programación Java y el framework Spring Boot porque en el equipo de desarrollo de software en el que me he integrado para las prácticas en Lãberit me estoy formando justamente en este lenguaje y framework.

El tiempo de formación inicial en estas prácticas ha entrañado un curso de Spring Boot excesivamente introductorio, y se estimó que la única forma de ganar conocimientos reales era desarrollar una aplicación de back-end completa y segura con el framework, desde cero. De este modo, el salto futuro a una posición más integrada en el equipo de prácticas y tener oportunidades profesionales al terminar las prácticas serían mayores. Por lo tanto, dado el solapamiento existente en el desarrollo del sistema de gestión de usuarios con Spring Boot y los contenidos del curso de Spring Boot mandado desde Lãberit han permitido cumplir un **doble objetivo**:

- A) Realizar el curso de Spring Boot con garantías **reales** de aprendizaje.
- B) Realizar la parte de back-end de este proyecto, en paralelo al punto A.

2.2. Requisitos Funcionales

NOTA: Los requisitos aquí presentes se suman a los requisitos que se sobreentiende que tiene la aplicación de un proyecto final de grado superior y que esta aplicación, por supuesto, cumple: tener un front-end, un back-end con sistema de registro de usuarios y un login con buenas prácticas en materia de seguridad y una base de datos.

2.2.1. Requisitos de la aplicación

REQUISITO A: Mostrar *evolución de los precios* de los productos unitarios adquiridos con más frecuencia (visualizable en un gráfico donde en X tendremos el tiempo y en Y el precio en euros). Para los productos de precios muy variables (productos a granel, como frutas, etc.), se mostrará la evolución del precio por kg a lo largo del tiempo.

REQUISITO B: Mostrar el *coste total* de la cesta de la compra del usuario a lo largo de distintas ventanas temporales (por meses, períodos de 3, 6 meses y un año), independientemente del centro de Mercadona en el que se compre (todos juntos).

REQUISITO C: Al lado de este mismo coste total mostrado en REQUISITO B, se incluirá un *diagrama de sectores* desglosando porcentaje de dinero gastado en 9 categorías: verdura y hortalizas, frutas, huevos y lácteos, agua y bebidas, aceite y especias, carnes, pescado, hogar e higiene personal¹.

REQUISITO D²: Podremos permitir que los PDFs descargados del correo del usuario se almacenen en una carpeta local del mismo para que pueda verificar la extracción de los datos.

REQUISITO E³: El sistema front-end y back-end de registro permitirá redirigir a los usuarios rápidamente a un registro de forma inteligente. Nos inspiraremos en el sistema de registro e iniciar sesión de NetFlix.

¹Para ello, dado que no tenemos categorizados todos los productos de Mercadona ni podríamos hacerlo por falta de una lista exhaustiva y de tiempo, se usará un modelo predictivo con word embeddings (módulo Spacy) y cosine similarity (sklearn) para encontrar distancias pequeñas entre las descripciones de los tickets y las categorías, facilitando así la clasificación.

²Requisito añadido después de la presentación del proyecto.

³Requisito añadido después de la presentación del proyecto.

2.2.2. Requisitos de los usuarios

El correo electrónico y la contraseña de la cuenta de Gmail de alguien que sea usuario del ticket digital de Mercadona y tenga decenas de tickets digitales por analizar, con compras estables y productos recurrentes.

Nota: En la demo se proporcionarán ya muchos tickets digitales (tickets míos, que cederé para mostrar la utilidad de la aplicación). No será necesario recurrir a la extracción de datos de otro usuario de ticket digital. Se mostrarán un mínimo de tickets digitales en un mismo centro de Mercadona para poder evidenciar la evolución de precios y gastos.

2.3. Stack tecnológico

2.3.1. Front-End: HTML, CSS y Javascript

Se han usado HTML, *vanilla* CSS y *vanilla* JavaScript. Excepciones al uso de los lenguajes puros en el front-end, para la visualización de gráficos se usarán una librería javascript, [chart.js](#)[4] que se utilizará para hacer muchos de los gráficos; y para conseguir transiciones usaremos [animate.css](#)[5]

Para el sistema de registro e iniciar sesión se ha hecho una réplica mediante desarrollo inverso de los procesos de registro e inicio sesión de Netflix y se ha adaptado a este caso particular (puede verse en [3.5.1](#)). En este paso se ha dedicado muchísimo tiempo y es quizás la parte más importante de este proyecto en cuanto a vínculos directos con los objetivos del CFGS de DAW.

2.3.2. Back-end: Java (Spring Boot) y Python (FastAPI)

- Back-end con Java (springboot para el login y la autenticación de usuarios: con este framework guardaremos datos en la BBDD mySQL).

- Python dentro de un contenedor docker (o python a secas, para descargar los pdfs del correo) y parsear el contenido de los mismos: con sklearn, numpy y spacy que luego se podrán pasarlos a la BBDD mongoDB.

2.3.3. BBDD: MySQL y MongoDB

Para guardar los datos de los usuarios se debe usar un sistema de gestión de base de datos relacional. Hemos escogido MySQL dado que es el que hemos visto en el

grado superior y estamos bien versados en ello.

Sin embargo, los productos de Mercadona no los conocemos de antemano ni tenemos una lista exhaustiva de los mismos. Además, el número de productos que se pueden encontrar en un ticket varía en cada compra, por lo que no podemos usar una base de datos relacional tradicional como MySQL o PostgreSQL porque se trata de información no estructurada. En su lugar, usaremos MongoDB, una BBDD NoSQL que almacena datos en formato JSON y permite, además, búsquedas eficientes.

Para optimizar el backend, intentaremos que un usuario pueda consultar repetidamente sus compras sin sobrecargar el servidor. La primera vez que consulte sus datos, estos se descargarán y almacenarán en localStorage del cliente. En consultas posteriores, los datos se obtendrán directamente de localStorage sin necesidad de hacer peticiones al servidor. Evaluaremos la viabilidad de este sistema durante el desarrollo; Esto es la fase de diseño y como tal, **AQUEST PARAGRAF POTSER EL PODRAS ELIMINAR SI FINALMENT NO HO FAS I FAS CRIDES DIRECTES A BBDD**, en caso de no ser factible, las consultas se harán directamente en MongoDB.

2.4. Diagramas de la aplicación

Fer un diagrama de sistemes guapo amb tikz de tots els components de l'aplicació.

Desarrollo del proyecto

3.1. GitHub del proyecto

Para desarrollar este proyecto se ha trabajado con GitHub y git. Dado que no ha habido trabajo en equipo no se han utilizado pull requests a la rama main sino simplemente se ha seguido la estrategia de crear ramas de característica y, una vez son satisfactorias, hacer un merge en la rama main en local.

Un flujo de trabajo habitual es mediante ramas de característica (puede verse anexo 5.1). También puede verse el GitHub del proyecto a continuación. Dentro del readme del proyecto encontraréis instrucciones para su descarga, clonado y “despliegue” (en local) de sus componentes en vuestro ordenador personal utilizando los servidores embebidos en los entornos de desarrollo de workbench, vscode e IntelliJ **PONER OTRO SI HACE FALTA** si así lo deseáis.

Link al repositorio	https://github.com/blackcub3s/mercApp
Página desplegada	TO DO

Cuadro 3.1: Enlaces del proyecto.

3.2. Entornos de desarrollo

Para el back-end de Java con SpringBoot se ha utilizado el editor Java **IntelliJ Idea community edition** que expone el backend en el puerto **8080**: se han utilizado extensiones necesarias para correr el proyecto que permiten sacar provecho de Lombok sin las cuales correr el proyecto en IntelliJ fallará.

Para el frontend se ha utilizado **VScode**, con la extensión live server para poder hacer llamadas al back-end directamente desde el puerto **5500**. Esto podría hacer las veces de una CDN donde podrían estar alojados los archivos estáticos (HTML, CSS y JavaScript).

Para el back-end con fast-api se ha utilizado el servidor embebido en el propio framework, expuesto en el puerto **8000**.

3.3. Desarrollo back-end (Spring Boot)

3.3.1. Estructura de la aplicación

La parte de mercApp programada con Java (Spring Boot) se puede ver en el repositorio de GitHub del proyecto abriendo esta carpeta: [aquí](#) (recomendamos al lector que abra y corra el proyecto con IntelliJ abriendo la carpeta mencionada del GitHub, pero en local). Se podrá ver entonces *tres* rutas importantes (que son las tienen todos los proyectos Spring Boot):

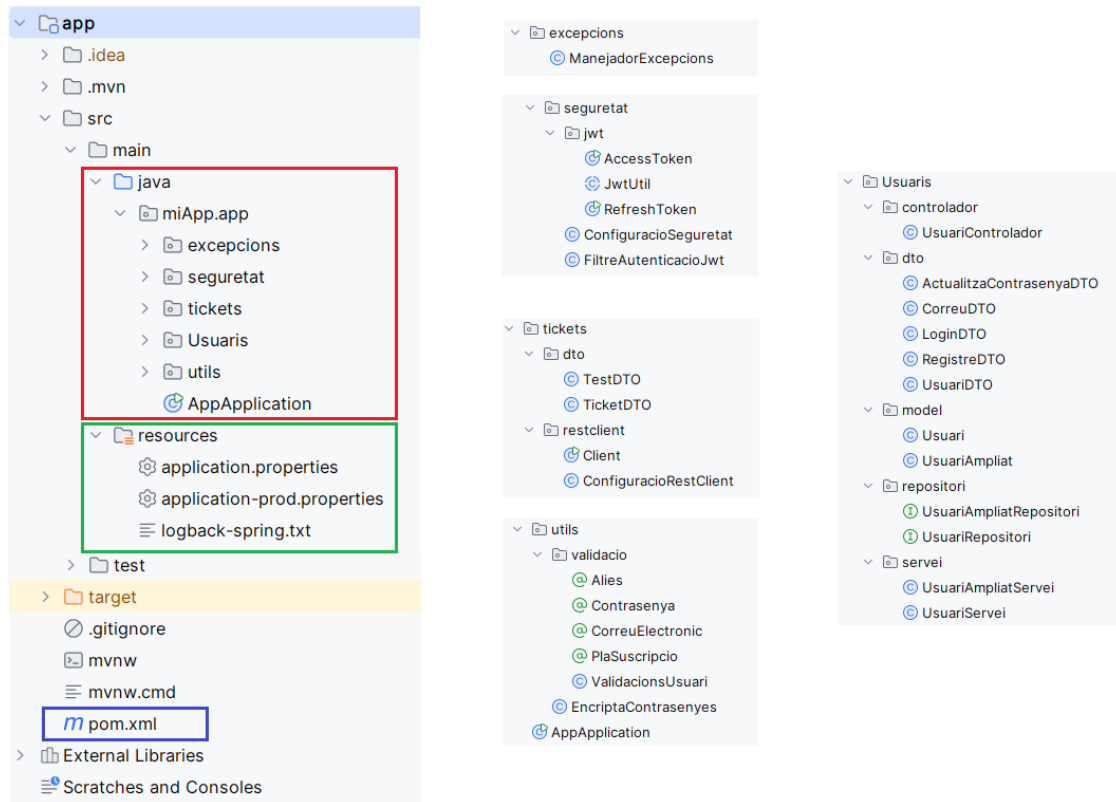
- **src/main/java** → En esta ruta encontramos los *packages* y las clases del proyecto (ver figura 3.1 recuadro en rojo).
- **src/main/resources** → Dentro de esta carpeta nos encontramos con el archivo `application.properties`. trata de un archivo de configuración donde se define, por ejemplo, el conexionado con la base de datos (ver figura 3.1 recuadro en verde) y `logback-spring.xml` que, aunque no está definido por defecto en una aplicación Spring Boot, si lo añadimos lo que hace es que los logs del proyecto se guarden en `logs/spring.log` en lugar de salir a terminal¹. Aquí aparece como un `.txt` en lugar de un `.xml` porque por ahora no queremos que se guarden los errores.
- **pom.xml** → Es un archivo donde encontramos el árbol de dependencias de Maven² (ver figura 3.1, recuadro en azul): cada vez que añadimos una dependencia estamos añadiendo nuevas funcionalidades a nuestro proyecto SpringBoot a través de una descarga automatizada del repositorio central de Maven.

¹La ruta se crea automáticamente

²Maven es una herramienta de automatización para la construcción de proyectos Java. Gestiona todas las dependencias, que se descargan desde un repositorio central muy vivo donde hay millones de nuevos paquetes publicados anualmente ([ver link](#)). Maven permite empaquetar el proyecto en un `.jar` o `.war` fácilmente, entre otras cosas.

Figura 3.1: Estructura del back-end de Spring Boot en la aplicación mercApp. ({Rojo

→ clases del proyecto}, {Verde → archivos de configuración}), {Azul → archivo con las dependencias de Maven}



3.3.1.1. src/main/resources: archivos de configuración

TO DO EXPLICAR application.properties

3.3.1.2. src/main/java: las clases del proyecto

Dentro de **src/main/java** tenemos la ruta **miApp.app/utils/validacio** donde residen las clases de anotación utilizadas para permitir que los campos de formulario de entrada se validen en el back-end (nótese que, con esto, hemos establecido redundancia de validaciones por si se diese el caso que un usuario maliciosamente intentase hacer llamadas directas a la API, esquivando así las validaciones ya definidas en el front-end): los archivos y su explicación quedan referenciados en detalle en el apartado [3.3.3](#).

Dentro de **src/main/java** tenemos también la ruta **miApp.app/seguretat/jwt** donde tenemos clases que generan tokens de acceso y de refresco a partir de una clave secreta que solo está en el servidor, que referenciamos en detalle dentro de [3.3.2.3](#); Análogamente, las clases que permiten implementar la autenticación y la autorización a partir de los tokens generados por las clases anteriores, las referenciamos también en detalle dentro de [3.3.2.5](#).

TO DO EXPLICAR usuari, repository, service, controller de

TO DO EXPLICAR classes per a fer la unio amb el backend de fast API
mitjançant restClient.

3.3.1.3. pom.xml: dependencias de maven

TO DO EXPICAR pom.xml: parlar de la versio i link a la pagina on la versio.

3.3.2. Autenticacion y Autorización

3.3.2.1. método utilizado: JWT

Para autenticar y autorizar a los usuarios no utilizaremos sesiones. Las sesiones, tal y como vimos en la asignatura de desarrollo web entorno servidor, requieren guardar un estado en el servidor (si tenemos 100 usuarios conectados necesitamos rastrear 100 personas en el servidor) y un identificador de sesión en una cookie segura con HttpOnly puesto a True guardada en el navegador de cada uno de los usuarios conectados que lo identifica en relación al servidor.

Sin embargo, existe un método de acceso por token más escalable que no requiere guardar sesiones en el servidor (es decir, es un método “stateless” o sin estado) con el que nos basta tener solamente la Cookie Segura para guardarlo y ya está. Es un token que está autocontenido: es decir, puede contener ya el ID de usuario, nombre de usuario, roles que luego permitirán dar permisos o no en el servidor para acceder a determinadas APIs o recursos, etc. En definitiva, con JWT tenemos una autenticación más eficiente y un control del acceso preciso (autorización) sin necesidad de almacenar sesiones en el servidor.

A este sistema lo llamamos JSON Web Token (JWT) y toda la información que contiene está **firmada digitalmente** con SHA256 mediante una clave privada (el “secret”) que solo tenemos nosotros en el servidor³. Esta clave es igual para todos los tokens que generemos: la firma digital que emana de esta clave estará embebida, por así decirlo, en cada uno de esos tokens y *será inválida* si un atacante ha modificado el token y nos lo devuelve al servidor tratando de suplantar la identidad de algún usuario; con ello, el servidor rechazará la integridad del token y evitará que pueda acceder a recursos del usuario al que trata de suplantar.

JWT no es perfecto, por supuesto. Una desventaja del JWT es que una vez puesta una fecha de expiración el desarrollador ya no la puede cambiar. En las sesiones del servidor se pueden extender las sesiones si se detecta actividad del usuario, acortarlas si pasa justo lo contrario o incluso cerrar la sesión de un usuario en remoto; pero

³El token está firmado, pero no cifrado: todo el mundo puede ver su contenido.

con JWT no es posible: una vez creado el Token de acceso la fecha de actividad del mismo no se puede modificar (¡porque no puedes invalidar un token ya existente!), lo cual permite que simplemente un atacante robe el token de acceso sin modificarlo y lo use hasta su fecha de expiración.

Se proponen dos soluciones posibles a este problema, ninguna de las cuales ha sido implementada en este proyecto y queda definitivamente como uno de los puntos de mejora:

- 1. Tener dos tokens almacenados en el cliente: el “access token” que es el que permite autenticar y autorizar, del que hemos hablado hasta ahora; y otro token denominado “refresh token”, que se utiliza para obtener un nuevo token de acceso cuando el token de acceso actual expire, o para obtener tokens de acceso adicionales con un alcance idéntico o más limitado -es decir, duración más corta- [6]
- 2. Crear una black-list de tokens de acceso donde se añadirán los usuarios que hayan hecho “log out” ANTES de la expiración programada de su token de acceso: así si un token de acceso todavía no expirado sabemos que su usuario se ha deslogueado, en caso que sea robado, el servidor rechazará la petición no permitiendo acceso a recursos [7]).

En este trabajo solo utilizaremos “access tokens” y ya está. Cuando un usuario se desloguee, lo que haremos simplemente será borrar el access token del local storage. Tampoco guardaremos los tokens en una cookie segura porque complica el desarrollo (de nuevo, otro punto a mejorar a futuro en este proyecto).

En resumen, **las ventajas** que tiene JWT vs uso de sesiones (si asumiéramos que tanto el JWT como el SESSID se guardasen en una cookie segura, respectivamente) serían las siguientes:

- **No depende del almacenamiento en el servidor**
- **Firmado digitalmente**
- **Mayor control sobre el acceso**
- **Mayor descentralización**
- **Menos carga para el servidor**

Y la **desventaja** más evidente que tiene JWT, es, en nuestra opinión, su complejidad⁴, pues para tener un buen equilibrio entre facilidad de uso y seguridad es necesario almacenar los tokens en el cliente para conseguir que uno se renueve (el token de acceso y el de refresco, como comentamos):

- **Caducidad de tokens irrevocable**
- **Renovación de tokens de acceso con uno de refresco**

⁴Se puede ver una tabla de diferencias más en profundidad, especialmente en materia de seguridad en el anexo 5.2)

3.3.2.2. ¿Qué compone un JWT?

El JWT se compone de tres partes separadas por *puntos*: **el header**, **el payload** y **la signatura**. En la página <https://jwt.io/>, como veremos después, se puede ver si los tokens son válidos, observar el contenido de su payload, etc. [8]. A saber:

- **Los headers:** Aportan información sobre el algoritmo que lo encriptó.
- **El payload:** Es donde está la información que nos interesa del token: el sujeto que lo generó (“sub”), el momento en que se generó el token (“iat”, o “issued at”) y la fecha de expiración (“exp” o “expiration time”). También podemos tener ahí otros pares clave valor que podremos querer definir, por ejemplo, que contengan el id del usuario y sus roles o permisos que son los que nos permitirán dejar que un determinado usuario pueda consultar o no ciertos recursos.
- **La signatura:** Es la parte que garantiza la integridad del token y evita que sea alterado por terceros. Se genera aplicando un algoritmo de hash (en nuestro caso el SHA256) a la combinación del header y el payload, junto con la clave secreta que solo conoce el servidor (es lo que permitirá al servidor rechazar el token si no es válido -i.e. ha sido manipulado).

Podéis observar estas tres partes en colores en la figura 3.2 que veremos después.

3.3.2.3. Implementación de JWT en java SpringBoot

Para poder implementarlo añadimos la dependencia **jjwt** en **pom.xml** que es la que nos permite definirlo.

```
<dependency>
    <groupId>io.jsonwebtoken</groupId>
    <artifactId>jjwt</artifactId>
    <version>0.12.6</version>
</dependency>
```

En el proyecto se han creado tres clases dentro de sus respectivos archivos en la ruta `src/main/java/ miApp.app/seguretat/jwt` denominadas:

- **JwtUtil**
- **AccessToken**
- **RefreshToken**

En la clase **JwtUtil** hemos creado un método que obtiene las *claims* (pares clave valor que contienen la carga útil de un JWT) y en el constructor hemos creado la

definición de una clave privada con la que derivar todas las instancias que hagamos de esa clase -es decir, todos los tokens que se cifren con esa contraseña-. De esta clase hemos heretado las otras dos: La subclase que nos genera el *token de acceso*, **AccessToken**; y la que nos genera el *token de refresco*, **RefreshToken**. A continuación podéis, de estas tres, la más importante (la clase RefreshToken la hemos programado para usarla a futuro pero no se ha utilizado para la implementación del sistema de autenticación y autorización en este proyecto):

```
@Component
public class AccessToken extends JwtUtil {

    private static int tExpM; //minuts per a expirar el token

    public AccessToken() {this.tExpM = 10;}

    //FINALITAT: Generar un JWT d'accés.
    public String genera(String correu, int idUsuari, byte permisos) {
        Map<String, Object> dadesExtraApayload = new HashMap<>();
        dadesExtraApayload.put("permisos", permisos);
        dadesExtraApayload.put("idUsuari", idUsuari);

        return Jwts.builder()
            .setClaims(dadesExtraApayload) //dades customitzades
            .setSubject(correu)             //guardo nom subjecte (clau "sub")
            .setIssuedAt(new Date())         //data creacio (clau "iat" payload)
            .setExpiration(new Date(System.currentTimeMillis() + (tExpM*60*1000)))
            .signWith(SignatureAlgorithm.HS256, clauSecreta.getBytes())
            .compact();
    }
}
```

Con la función **genera()** de la clase AccessToken arriba mostrada, y con los parámetros necesarios que serán necesarios para autorizar (idUsuari) y autenticar (permisos), podemos generar un token de acceso en “accesJWT” que es el que usamos en la aplicación para permitir acceder a los endpoints o no:

```
AccessToken accessToken = new AccessToken();
String accesJWT = accessToken.genera(
    "santo@gmail.com", //campoSub
    2, //idUsuari
    1  //permisos
);
```

Si vemos la figura 3.2 que tenemos a continuación, veremos en la mitad izquierda un token de acceso generado por la función anterior. Fijémonos que internamente ese token está estructurado en las tres partes de la parte derecha de la imagen, siendo la payload la más importante:

Figura 3.2: Decodificación mediante jwt.io de un token de acceso usado en nuestra aplicación generado con la función “genera()” de la clase AccessToken. La Payload con las claims en flecha verde.

Encoded
PASTE A TOKEN HERE

```
eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJwZXJtaXNvcmV6I6MSwlaWRVc3VhcmkiOiJlbnN1YiI6InNhbnRvQGdtYWlsLmNvbSI6ImhhdCI6MTc0MzE1MjM1MCwiZXhwIjoxNzQzMUyOTUwZmQ.ixC6NKKuG99zrxLcrgxfjRRKi8NgYbUrirFgPMEcUC0
```


Decoded
EDIT THE PAYLOAD AND SECRET

HEADER: ALGORITHM & TOKEN TYPE

```
{
  "alg": "HS256"
}
```

PAYLOAD: DATA

```
{
  "permisos": 1,
  "idUsuari": 2,
  "sub": "santo@gmail.com",
  "iat": 1743152350,
  "exp": 1743152950
}
```



VERIFY SIGNATURE

```
HMACSHA256(
  base64UrlEncode(header) + "." +
  base64UrlEncode(payload),
  your-256-a8f7d9g8b6c3:
) ☐ secret base64 encoded
```

```
{
  "permisos": 1,
  "idUsuari": 2,
  "sub": "santo@gmail.com",
  "iat": 1743152350,
  "exp": 1743152950
}
```

Al generar las tres clases hemos utilizado herencia porque la clave privada es la misma para ambos tipos de token (tanto el de acceso como el de refresco), mientras que los métodos para generar cada uno de los dos tipos de token cambian. En StackOverflow existe un debate para ver si hay que tener una clave privada distinta para cada tipo de token, por si el lector está interesado [9]. Después de ver la entrada en stackOverflow Se ha optado por compartir claves para ambos tipos.

En la clase **JwtUtil** tenemos una función denominada `getClaims()` que es la que utilizaremos en el Service de nuestra aplicación para poder autenticar y autorizar usuarios. Las tres clases pueden ser consultadas en el anexo 5.3 o en el GitHub del proyecto ([link](#))⁵⁶.

⁵Se recomienda encarecidamente al lector optar por esta última opción

⁶Al poner las tres clases en anexo se omitieron las funciones main donde se testeaban las funciones de creación de tokens con control de excepciones, comentarios e imports por falta de espacio en el DIN A4.

3.3.2.4. Enviar por primera vez el Access Token hacia el front-end (registro)

Cuando el usuario consigue poner la contraseña correcta en la página de registro del front-end (`pas3C_crearContrasenya.html`), esta contraseña se manda conjuntamente con el correo electrónico⁷ mediante una petición POST al controlador de endpoint `api/registraUsuari` de nuestro back-end de springboot. Este controlador responde entonces mandando de vuelta al cliente el **token de acceso**, que se **guardará** en el `localStorage` del navegador del usuario.

Así las cosas, podemos testear que esto funciona como es debido haciendo una solicitud POST con la aplicación Postman[10] al endpoint `api/registraUsuari` con un correo que no esté guardado en la tabla usuarios: por ejemplo, “nuevoUsuario@gmail.com”; y con una contraseña válida para ser guardada de acuerdo con nuestros requisitos de seguridad⁸: si todo va bien deberemos obtener la figura 3.3:

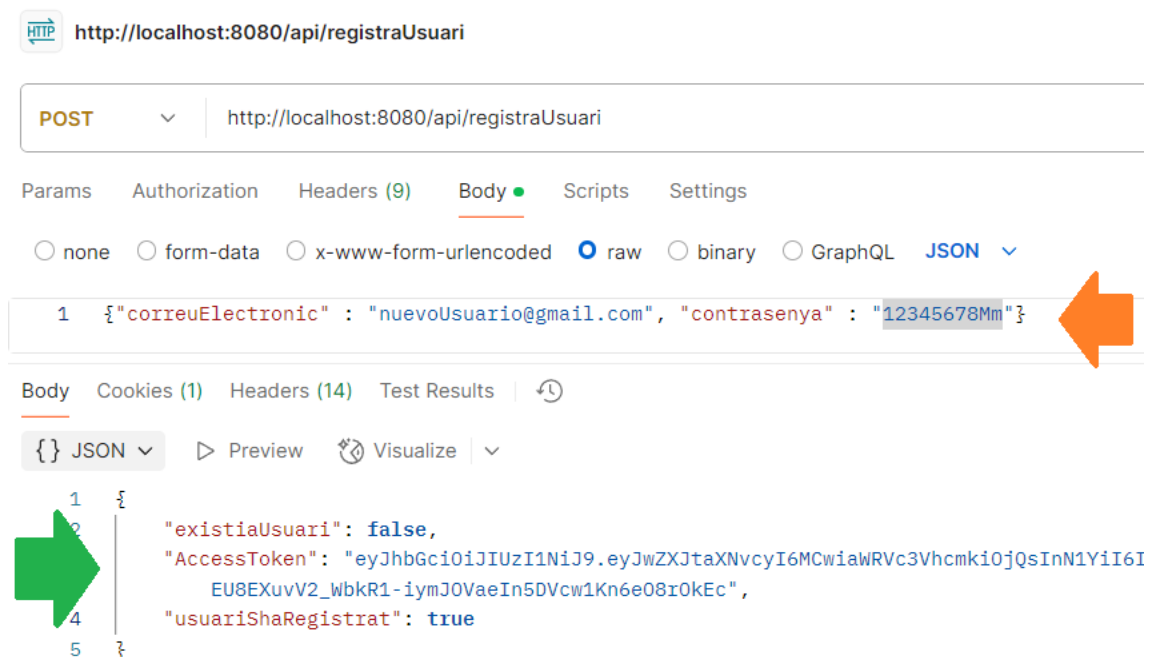


Figura 3.3: Creación de un nuevo usuario llamando con una solicitud POST al endpoint “api/registraUsuari” cuando las validaciones del objeto `RegistreDTO` del back-end lo permite. En naranja se muestra el body de la petición (lo que el cliente envía al servidor) y en verde el body de la respuesta (lo que el servidor devuelve al cliente).

Tenemos otro endpoint que también expide tokens de acceso, mucho más habitualmente que el anterior: es el endpoint que se consume cuando iniciamos sesión, en

⁷el correo electrónico lo teníamos guardado en el `localStorage` de la página de registro inicial.

⁸Mínimo 8 caracteres, una minúscula y una mayúscula y sin caracteres peligrosos.

pas2C_login.html: el endpoint ubicado en la URI⁹ `/api/login`. Si intentamos iniciar sesión con un usuario ya existente en la tabla de usuarios obtendremos algo como esto:

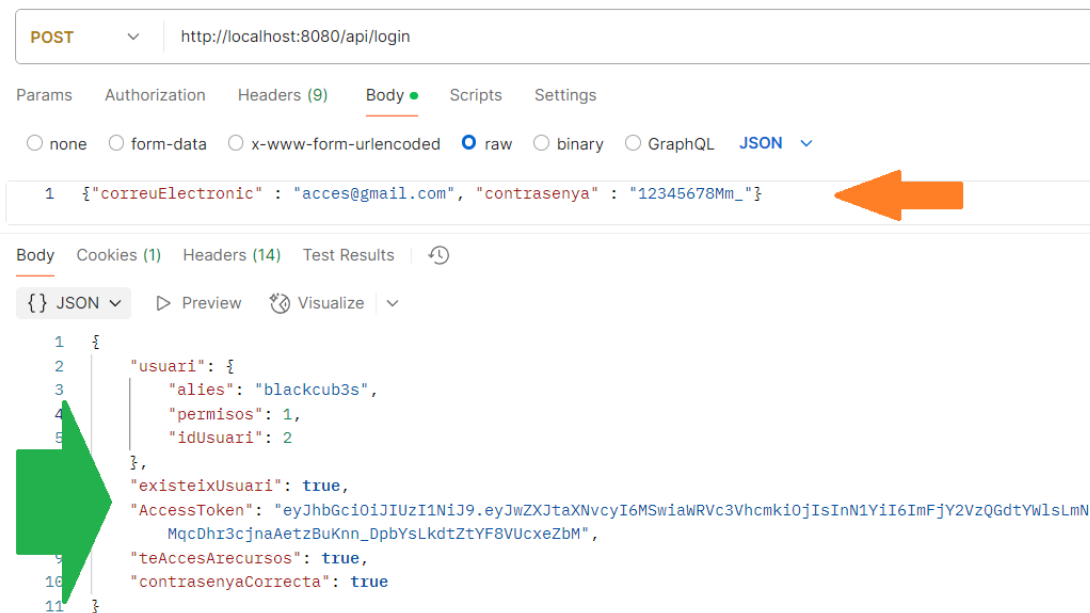


Figura 3.4: Iniciando sesión con un usuario ya existente mediante “api/login” mandando los datos de “correuElectronic” y “contrasenya” que leerá y validará el LoginDTO del back-end. En naranja es el body de la petición y en verde el body de la respuesta.

POTSER POSAR LES FUNCIONS DEL CONTROLADOR I DEL SERVICE QUE HO FAN ENLLAÇANT CODIS DE GITHUB.

La parte de recepción del token en el front-end y de su manejo podéis encontrarla en el apartado [3.5.2.3](#)

3.3.2.5. Recibir en el back-end el JWT enviado desde el front-end y con él securizar un endpoint de la API mediante interpretación de claims y verificación de firma.

Después de crear las tres clases en Java de las que hemos hablado en el apartado [3.3.2.3](#) anterior y haber mandado el token de acceso al front mediante el body de las *responses* a los endpoints `api/registraUsuari` o `api/login`, podemos empezar a implementar la protección de endpoints con JWT.

Asumamos que nos llega al back-end un token de acceso en una solicitud HTTP

⁹Uniform Resource Identifier

de un usuario que ya ha recibido su token y quiere ahora acceder al dashboard de visualización (a través de la heather “Authorization”).

POSA EL CAS REAL QUAN L’HAGIS PROGRAMAT QUE AQUEST ENDPOINT ENCARA NO EXISTEIX: La solicitud HTTP con el susodicho token se hace via GET a (`'usuaris/id/ticketsVERIFICARSIEXISTEIX'`) (ver subseccion 3.3.1, en `ControladorUsuari.java`).

En javascript puro, desde el cliente, esta solicitud HTTP la pondríamos conseguir de la función `fetch()`, poniéndole uno de los pares clave valor con el inicio “Bearer” (por convenio) tal que así:

```
fetch("'http://localhost:8080/usuaris/{id}/endpointTikets'", {
  method: "GET",
  headers: {
    "Content-Type": "application/json",
    "Authorization": "Bearer "+tokenJWT;
  },
  ...
})
```

Queremos conseguir que ese endpoint permita en cada solicitud **Autenticarlo**, es decir, determinar que dice ser quien es mediante el hecho de encontrar en el token verificado su **idUsuari** correspondiente (y acceder a la información de sus tickets); y a su vez **Autorizarlo**, es decir, dar acceso a ese usuario a los recursos a los que se le permita acceso mediante la variable **permisos** correspondiente.

Estos dos pasos irán en función del valor de la variable que haya emanado de la base de datos al conceder el token mediante **idUsuari** para el caso de la **Autenticación** -ver [línea github](#)-, y de la variable **permisos** del model de la `@Entity` class `Usuari` - ver [línea github](#)- para el caso de la **autorización**). Para ello hay **tres** pasos que debemos implementar dentro del back-end de SpringBoot:

- **PASO 1:** Extraer la información del usuario autenticado desde *el payload* del token JWT entrante. Para ello crearemos un **Filtro de Autenticacion** dentro de `FiltreAutenticacio.java`
- **PASO 2:** Configurar el contexto de seguridad para que Spring Security reconozca los permisos, dentro de `ConfiguracioSeguretat.java`.
- **PASO 3:** Aplicar restricciones con `@PreAuthorize` en cada *endpoint* que queramos proteger en el controlador, dentro `UsuariControlador.java`

PASO 1: Extracción del payload (*FiltreAutenticació.java*)

Esta parte del código está llena de boilerplate. La clase `FiltreAuntenticacioJwt.java` extiende de `OncePerRequestFilter` [11], que como dice el propio nombre de la clase

implementa un filtro que se desarrollará una y solo una vez por cada petición al servidor.

Lo que hay que hacer aquí es implementar el método *doFilterInternal()* donde colocamos la lógica específica del filtro. Se puede consultar este archivo en github del proyecto [FiltreAuntenticacioJwt.java](#)

Lo primero que hay que tener en cuenta al diseñar esta clase es que tenemos que hacer una inyección de dependencias: debemos incluir la clase que hemos diseñado AccessToken para implementar el token de acceso. Lo haremos simplemente incluyéndola en el constructor como un parámetro.

Lo segundo que hay que considerar es la extracción del payload del token (donde tenemos la información que nos permitirá autorizar y autenticar). Para encontrar el token se hace de la **cabecera** “Authorization” de la solicitud HTTP entrante del front-end. La clave es “Authorization” y el valor asociado es, por convenio, un String “Bearer ” concatenado al token de interés; algo así:

“Authorization” : “Bearer OJALWQ03P1WNOEGBO...”

La programación necesaria para conseguir lo mencionado en el párrafo anterior queda recogida en este rango de líneas de GitHub ([ver rango](#)).

Luego una vez tenemos el token dentro de Spring Boot tratamos de sacar las Claims del Payload, es decir, la carga útil del token ([ver rango](#)). Y con ello ya podemos asignar tres roles a partir de la variable permisos del payload: 0, 1 o 2.

0 en la variable permisos de la tabla usuaris de mysql se asigna cuando un usuario ya se ha registrado dando correo y contraseña, pero no ha dado acceso a tickets digitales todavía; 1 en la variable permisos se da cuando el usuario en cuestión ya tiene acceso a la consulta del dashboard de la aplicación (ya se ha registrado y, *además*, concedido acceso a tickets digitales); y 2 se da cuando el usuario en cuestión es superusuario y tiene acceso a consultar todos los recursos de la aplicación, tickets de los demás usuarios, etc. ([ver rango](#)). En definitiva, lo que estamos mencionando (por si el lector se imprimió la memoria y no tiene acceso directo al link de GitHub) las líneas relevantes del código que permiten esa asignación son estas:

```
Claims claims = accessToken.getClaims(token);

Integer permisos = (Integer) claims.get("permisos");
Integer idUsuari = (Integer) claims.get("idUsuari");

// Creo autoritat basada en permisos
String role;
if (permisos == 2) {
    role = "ROLE_ADMIN";
}
```

```

    } else if (permisos == 1) {
        role = "ROLE_USER";
    } else {
        role = null;
    }
}

```

Importante es mencionar que en el fragmento de código anterior, al llamar al método *getClaims(token)* se lanzará una excepción de tipo *ExpiredJwtException* en caso que el token haya expirado, que recogeremos en el primer bloque *Catch*; y si el token está manipulado y no es válido, entonces se lanzará otra excepción que se recogerá en el segundo bloque *Catch*. Todo ello se informará como una *response* al cliente ([ver rango de líneas de código](#)).

Y finalmente hay que crear un objeto de tipo *UsernamePasswordAuthenticationToken* ya definido dentro de SpringBoot. Su constructor permitirá tres parámetros:

- **el principal**, el primero, al que le pasaremos el **idUsuari**
- **credentials**, el segundo, que lo dejamos a *null* porque en JWT no se debe manejar credenciales ya que están contenidas dentro del token.
- **una collection con el role**, el tercero, que contendrá los roles que definimos antes.

Este constructor nos permitirá restringir permisos para las APIs según el **idUsuari** al que esté vinculado su login (autenticación) y también según el valor de **permisos** que tenga (autorización)¹⁰.

```

UsernamePasswordAuthenticationToken authentication =
new UsernamePasswordAuthenticationToken(
    idUsuari,
    null,
    Collections.singletonList(new SimpleGrantedAuthority(role))
);

```

Este objeto *authentication* que acabamos de crear entonces tenemos que guardarlo DENTRO del *SecurityContextHolder*:

```

SecurityContextHolder.getContext().setAuthentication(authentication)

```

PASO 2: Configuración contexto de seguridad (*ConfiguracioSeguretat.java*)

¹⁰Cuidado! Lo cierto es que deben considerarse ambos parámetros a la vez en el controlador, como veremos en el paso 3. No es suficiente añadir roles a un determinado id. Solamente con los roles, Spring Boot no nos dejará, por ejemplo, que en una API que toma el *idUsuari* como parámetro en la URL (como la de este ejemplo) se pueda restringir a ese usuario específico para que no consulte los recursos de los demás usuarios con *idUsuari* distintos.

Sin esta clase, al añadir la dependencia de seguridad “spring-boot-starter-security” en `pom.xml` cualquier llamada a cualquier API va a devolver un código de error 401. Esto pasa porque al añadir la dependencia de seguridad mencionada nos encontramos con que se precisan ciertas configuraciones. Las tres cosas que hay que hacer en la clase `ConfiguracioSeguretat.java` para llevar a término las mencionadas configuraciones son:

- **1. Inyectar `jwtAuthenticationFilter`**, una instancia de `FiltreAutenticacioJwt.java`, a través del constructor para que actúe como dependencia.
- **2. Especificar que `jwtAuthenticationFilter` va ANTES del filtro estándar** de Spring para autenticación por usuario/contraseña ([ver línea de código](#))¹¹.
- **3. Definir endpoints a restringir con `requestMatchers`**: por ejemplo, hay un endpoint que permite cambiar la contraseña de un usuario (una solicitud PATCH). Ese endpoint queda marcado [en esta línea de ConfiguracioSeguretat.java](#) y nos define que solo usuario administrador (`permisos = 2`) y usuario de rol “USER” (`permisos = 1`) pueden hacer llamadas a él y conseguir cambiar su contraseña:

```
.requestMatchers("/api/*/contrasenya").hasAnyRole("USER", "ADMIN")
```

NOTA: La clase `ConfiguracioSeguretat.java`, en el momento de escribir estas líneas, podéis verla también en el anexo [5.4.1](#). Se recomienda ver el [link](#) actualizado de GitHub de este archivo.

PASO 3: Restricciones en el controlador

En el endpoint que acabamos de mencionar, todo el trabajo de autenticación y autorización no está hecho todavía. Ahora mismo cualquier usuario con roles “USER” (`permisos = 1`) puede cambiar la contraseña de cualquier usuario. Si este usuario (al que llamaremos X) desea cambiar la contraseña del usuario con `idUsuari = 31`, por ejemplo, solo deberá mandar una solicitud PATCH dirigida a `/api/31/contrasenya` incluyendo el token de acceso de X (sí, aunque su `idUsuari` sea distinto) con Postman.

¿Esto sería inadmisibles, verdad? ¡Si uno fuese el usuario de `idUsuari 31` no le haría mucha gracia que otro usuario pudiera cambiar su contraseña! ¡No parece un buen diseño de seguridad!

Para evitarlo no nos queda otra que afinar a nivel de controlador con una anotación denominada `@PreAuthorize` donde le permitimos a ese controlador en específico

¹¹JWT no funciona directamente con Spring Security: su implementación con Spring Security no es directa porque hay que añadir otra dependencia en `pom.xml`, la dependencia “io.jsonwebtoken”. De ahí que debamos decirle a Spring Boot que la utilice no de la forma estándar que tiene spring security.

afinar quien puede acceder a él. Con esta anotación, pasándole los parámetros adecuados, conseguiremos restringir, si no se es ADMIN, que un solo usuario con un solo idUsuari sea el que pueda cambiar la contraseña (concretamente, este usuario será el del *principal*¹², el id propio). El uso de la anotación @PreAuthorize solamente se habilita por parte del framework si en la clase anterior del paso dos añadimos la anotación @EnableMethodSecurity encima del encabezado de la clase *Configuracio-Seguretat.java* ([link a línea](#)). Una vez añadida la anotación @EnableMethodSecurity ya podemos ir a *UsuariControlador.java* y añadir la anotación @PreAuthorize encima de la función correspondiente del endpoint en cuestión ([ver en contexto](#)), tal que así:

```
@PreAuthorize("hasRole('ADMIN') or #id == principal")
```

NOTA: Podéis ver la función completa del controlador en el anexo [5.4.2](#)

3.3.3. validación de datos (End-points back)

NOTA: Los datos validados en el back-end siguen las mismas expresiones regulares y restricciones que las validaciones hechas en el front-end (ver sección 3.5.3).

Los endpoints del back-end a los que apuntamos con llamadas fetch desde los campos de formulario de correo electrónico y contraseña desde el HTML deben protegerse también en el back-end, no solamente en el front.

El motivo de ello es porque no podemos permitir que entren unos datos no validados (nulos, con caracteres peligrosos) a través de **llamadas directas a la API**. Hay que tener mucho cuidado con esto!

TO DO

3.4. desarrollo back-end (microservicio con Python)

3.5. desarrollo del front-end

3.5.1. Enrutamiento de vistas

Cuando un usuario introduzca su correo en el formulario de registro de la página principal de la web (*pas1.LandingSignUp.html*) va a ser redirigido con javascript a partir de las llamadas al back-end de Spring Boot: éste ultimo nos permitirá acceder al valor de la variable “permisos” de la tabla “usuarios” de mySql, siendo así redirigido

¹²El principal era el idUsuari que pasamos al crear el objeto *UsernamePasswordAuthenticacion-Token* dentro del paso1 en *FiltreAutenticacio.java*.

a unas páginas u otras (el asunto de como se evita que ciertas páginas sean vistas por usuarios ya autenticados se cubre en otra sección: apartado [3.5.2.2](#)).

Figura 3.5: Detalle de la landing page `pas1_LandingSignUp.html` donde el usuario introducirá inicialmente su correo para registrarse -aunque ese mismo formulario en realidad nos servirá para todo gracias al enrutamiento de vistas-

Estas redirecciones no son fruto del azar. Se ha hecho un proceso de desarrollo inverso del proceso de registro de la plataforma Netflix: replicándolo, desde cero, y adaptándolo a nuestro caso particular. Si Netflix utiliza ese esquema es porque tiene un impacto en la facilidad de captación de clientes y qué mejor que tratar de replicar los sistemas de los grandes *players*.

El esquema simplificado del proceso de enrutamiento durante el registro de un usuario en Netflix queda recogido en el diagrama del anexo (ver apartado [5.5](#)) y puede consultarse también en uno de los repositorios de mi github ([link](#)).

Asimismo, el proceso de registro que utilizamos en mercApp es convenientemente una derivación de este mismo: si bien en Netflix primeramente se redirige al usuario a unas cartas de pago, nosotros aquí le llevamos a una página para que nos dé acceso al gmail en el que Mercadona los tickets digitales al usuario (la página `pas4_ConcedirAccesGmail.html`); de nuevo análogamente a Netflix, donde al usuario que ya ha pagado se le concede inmediatamente el acceso a las películas y series, en nuestro caso se le dará acceso al usuario al tablón de visualización de análisis de datos de los tickets digitales (`dashboard.html`), donde se visualizan el resultado de la minería y extracción de datos de esos tickets.

El proceso de enrutamiento de los usuarios desde que llegan a nuestra aplicación web hasta que acceden al *dashboard* se encuentra recogido en el diagrama de la figura [3.6](#), cuyas nomenclaturas explicamos en los siguientes *bullet points*:

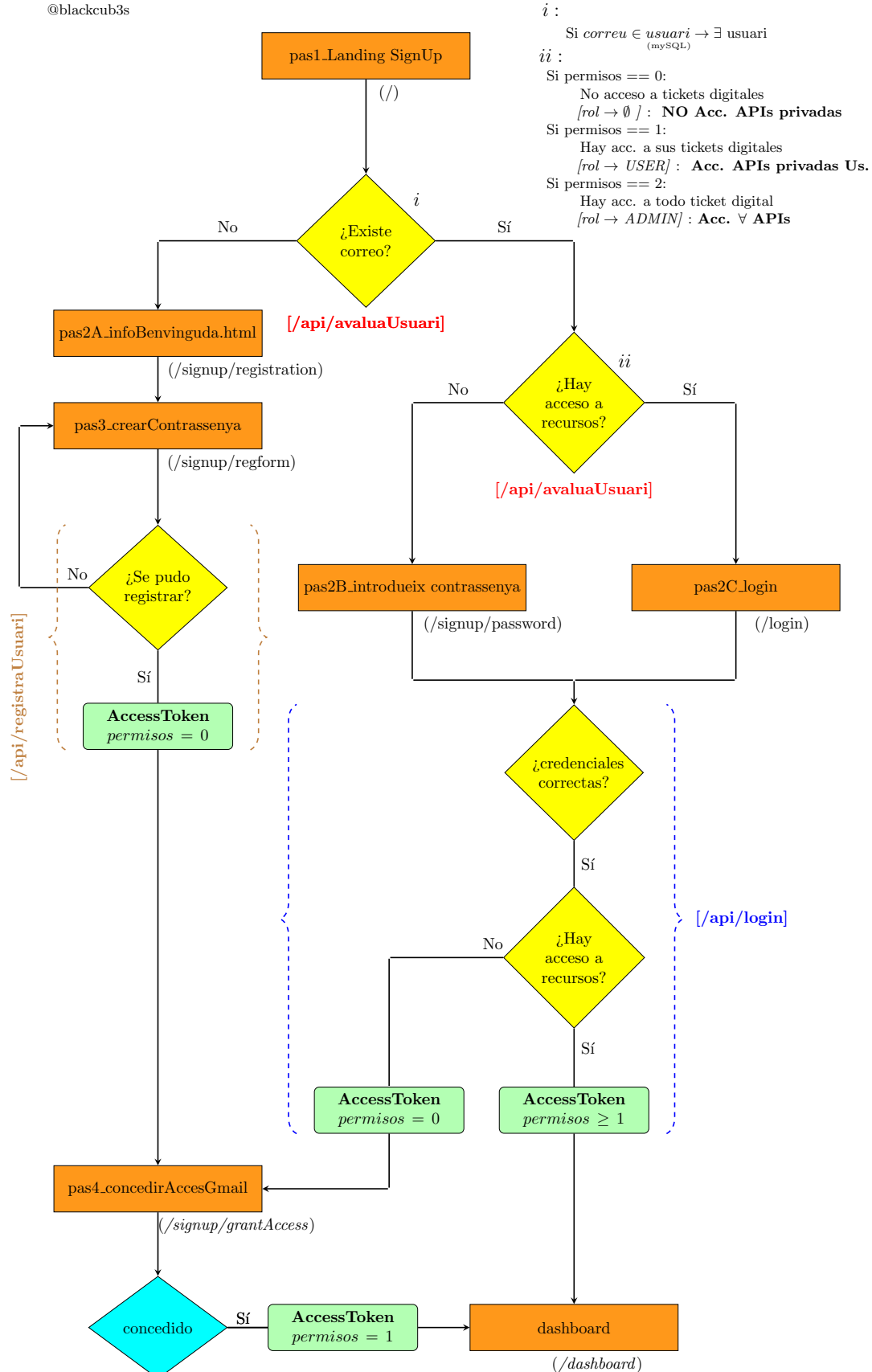
- Decisiones del back-end de Spring Boot al llamar a APIs: rombos amarillos.
- Las APIs que consume el front-end van entre [] y con color:
 - [/api/avaluaUsuari]: evalúa si el correo electrónico introducido pertenece a un usuario registrado y qué permisos tiene.
 - [/api/registraUsuari]: registra un nuevo usuario en el sistema y expide su AccessToken con permisos a 0 en las *claims* de su *payload*¹³.
 - [/api/login]: gestiona el proceso de autenticación y generación del *JWT Access Token* con tres niveles de permisos posibles (0, 1 y 2).
- Las vistas -archivos html- a las que redirige JavaScript mediante la llamada a *window.location.href* a partir de los resultados de las llamadas a las APIs: rectángulos naranja.
- Expedición de tokens de acceso (JWT) desde el endpoint del que emanan y enviados al front-end se representan con un rectángulo de fondo azul y bordes redondeados¹⁴.

¹³El lector puede consultar la explicación sobre lo que son las *claims* y el *payload* de un JWT en el apartado 3.3.2.2.

¹⁴Consultad la estructura de los mismos en la figura 3.2.

Figura 3.6: Diagrama de flujo del enrutamiento completo del sistema *front-end* durante el proceso de registro, desde que el usuario introduce su correo en `pas1_LandingSignUp.html` hasta que finalmente obtiene acceso al `dashboard`.

————— **NOTA: Acceso a recursos \iff permisos ≥ 1** —————



3.5.2. Manejar vistas en función de Autenticación y autorización

Como hemos visto antes Podemos considerar que cada archivo HTML y su CSS asociado es una “vista” de nuestra aplicación. Habrá vistas que **no nos interesará enseñar a ciertos usuarios**, porque o bien no serán relevantes para ellos o bien harán llamadas a APIs cuya información no podrá ser obtenida para ellos.

Si bien Spring Boot permite servir los archivos estáticos¹⁵ de dentro del mismo back-end de Spring Boot y utilizar un sistema de plantillas (Thymeleaf) esto realmente no es, para nada, lo ideal. Lo ideal es definir un front-end y un back-end separados partiendo de principios de *separación de responsabilidades* o *SoC*¹⁶, y así lo hemos hecho en este proyecto¹⁷. Las ventajas son grandes y tienen implicaciones en términos de mantenimiento, escalabilidad y reutilización tanto del front-end como del back-end (ver ventajas justificadas en anexo 5.7).

Sin embargo, no todo es ideal. Siempre existen concesiones (o como diríamos en inglés “trade-offs”). Al tener el front-end y el back-end desacoplados esto también aumenta considerablemente la complejidad inicial en el desarrollo: la protección de las vistas se hace más difícil porque no las sirve el back-end y no las puede proteger directamente este¹⁸.

Por ejemplo, del mismo modo que los endpoints de nuestra API del back-end en Spring Boot están protegidos y no devuelven datos cuando el JWT de acceso que tengamos en el front-end haya caducado, sea inexistente, o sea inválido (porque haya sido manipulado o no tenga el “idUsuari” que permita el acceso a un cierto recurso), también pasará que ciertas páginas del front-end no podrán obtener la información deseada si llaman a un end-point para el que no tienen autorización: en este caso ello tendrá implicaciones para las vistas, y deberemos modificar su DOM para la ocasión mostrando un mensaje de error, instando al usuario a iniciar sesión y/o bien redirigir al usuario a la página correcta, por ejemplo. Nosotros hemos optado por este último enfoque.

Con tal de conseguirlo, deberemos manejar la lógica en cada caso particular desde

¹⁵HTML, CSS y JS son archivos estáticos.

¹⁶Separation of concerns

¹⁷Si tenemos ambas partes desacopladas podremos hacer modificaciones independientes en ambas. Por ejemplo, podremos cargar los archivos front-end en una CDN o un Proxy o tenerlos cacheados en un servidor que los sirva mucho más rápido, como Nginx. Es más, lo óptimo sería generar los archivos del front-end mediante un sistema de desarrollo por componentes (como Angular, React o Vue) para facilitar el desarrollo cuando la aplicación crezca y utilizar una paradigma SPA (*Single Page Application*). Sin embargo, en este caso, por el tiempo disponible y el tamaño de la aplicación se ha optado por hacerlo con HTML, CSS y JS puros.

¹⁸A diferencia de lo que sí haría una aplicación back-end hecha en php tradicional como las que hemos visto en desarrollo web entorno servidor, donde servimos el HTML desde dentro del mismo PHP).

el front-end usando JavaScript. Tengo entendido que en frameworks como Angular esto se puede hacer de forma muy sencilla, solo definiéndolo en una ocasión. Aquí cada página particular requerirá una programación específica con JavaScript para redirigir a los usuarios.

3.5.2.1. Protegiendo las vistas: expiración del token

Existen dos páginas de nuestra web que, cuando expire el token de acceso que se requiere para acceder a los recursos back-end que hay detrás de ellas, no deberán ser visualizables:

- `pas4_concedirAccesGmail.html`
- `dashboard.html`

Como se desprende del diagrama de flujo del enrutamiento del proceso de registro que vimos en la figura 3.6, esas dos páginas son aquellas páginas de nuestro proyecto a las que redirigimos los usuarios justo después de generar tokens de acceso; por ende, lógicamente requieren cierto grado de autenticación y autorización. De ahí que consideremos no permitir visualizarlas si el grado de permisos requerido no se llegase a satisfacer.

La primera página (`dashboard.html`), requiere tener un token con permisos a 0; la segunda (`pas4_concedirAccesGmail.html`) un token con permisos superior o igual a 1. En otras palabras: ambas requieren tener algún tipo de autenticación de usuario, como veremos en el siguiente apartado; pero está claro que para visualizar cualquiera de ellas la condición *sine qua non* comuna es que dentro de `localStorage.getItem("AccessToken")` se albergue un token de acceso que no esté expirado y que sea descifrable (ojo, que no validable con el secret, que eso está en nuestro servidor y no se muestra jamás en el cliente).

Si está expirado, cuando hagamos la diferencia entre el valor “exp” del payload¹⁹ y la función `Date.now()/1000`²⁰ saldrá un número negativo. En caso contrario, positivo.

Si el token está expirado inmediatamente redirigiremos al usuario a la landing page llamando a `redirigeixAlandingPage()`, impidiendo así el visionado de cualquiera de las dos páginas (se cargará el script que contiene esta función antes de que se cargue el DOM²¹). En cambio, si el token no está expirado seguiremos reevaluando la

¹⁹Segundos en que el token expira o expiró, desde la epoch.

²⁰Segundos actuales del navegador, desde la epoch.

²¹El lector puede hacer la prueba siguiente: si el token ha caducado o el usuario no se ha logueado, accediendo a `pas4_concedirAccesGmail.htm` o a `dashboard.html` verá como automáticamente se produce una redirección a `pas1_landingSignUp.html`; o si se ha logueado, abrir la consola y verá una cuenta atrás del tiempo que le queda al token de acceso para su expiración y para la redirección a la landing page.

expiración del token con una frecuencia de un segundo: esto se conseguirá mediante la función asíncrona `setInterval()` que hemos visto en desarrollo web entorno cliente.

Para ello, en el *head* de cada una de las dos páginas en cuestión veréis que **antes** siquiera **de cargar el DOM** se cargan sendos archivos:

```
<script src="/js/jwt/decodificaJWT.js"></script>
<script src="/js/jwt/restringeixVistes_EXPIRACIO.js"></script>
```

En el primero tenemos la función para extraer el payload de un token. Y en el segundo está la lógica que acabamos de explicar en los párrafos anteriores (ver figura 3.7):

Figura 3.7: Script para regresar automáticamente a la landing page cuando el token de acceso expira en páginas protegidas.

```
function zeroPadding(segons) {
  if (segons <= 9) {
    return `0${segons}`;
  }
  return `${segons}`;
}

function redirigeix_a_landing() {
  localStorage.clear(); //borrem el token (i tot el que hi ha)
  window.location.href = "pas1_landingSignUp.html";
}

function mostra_temps_restant(secFinsExpiracio) {
  console.clear();
  console.log(`Queden ${Math.floor(secFinsExpiracio/60)}:${zeroPadding(Math.round(secFinsExpiracio%60))}s\nfins a l'exp:
}

//REQUEREIX CARREGAR PRIMER script decodificaJWT.js!!
//exemple de payload --> { permisos: 0, idUsuari: 3, sub: 'noaccs@gmail.com', iat: 1744214393, exp: 1744215293}
function redirigeixAlandingPage() {
  try {
    const payload = decodificaPayloadJWT(localStorage.getItem("AccessToken"));
    let secFinsExpiracio = payload.exp - (Date.now()/1000); //comparem els dos temps fins la epoch
    let tokenHaExpirat = secFinsExpiracio < 0;

    if (tokenHaExpirat) {
      redirigeix_a_landing();
    } else {
      mostra_temps_restant(secFinsExpiracio);
    }
  } catch (error) {
    redirigeix_a_landing(); //si salta excepció és que no hi ha token o s'ha manipul.
  }
}

redirigeixAlandingPage(); //així la primera crida a la funcio no espera 1 segon
setInterval(redirigeixAlandingPage, 1000); //repetim crides subsequents cada segon
```

3.5.2.2. Protegiendo las vistas: permisos

Se establecen tres niveles de permisos en la aplicación que tienen un impacto en qué puede visualizar el usuario “logueado” y qué no; y cómo se permite que el usuario navegue a medida que va moviéndose en el proceso de registro cuando no está “logueado”. Estos permisos tienen un impacto en el enrutamiento del front-end de la aplicación (su impacto podemos verlo en la parte superior derecha de la figura del enrutamiento 3.6) y más resumidamente en el cuadro 3.2:

Figura 3.8: Fragmento de código en `pas2C_login.html` dentro del código javascript para manejar códigos de error. Cuando el back-end de Spring Boot devuelve el código 200 significará que podremos extraer los datos del body de la respuesta. 400 se devolvería si hubiera problemas de validación de campos en el back-end, algo que no debería producirse nunca con el front-end que se ha programado.

```

    body: JSON.stringify({ email: email, contra: contra }),
  }) // ----- PAS 2: AVALUO SI LA RESPUESTA ES EXITOSA (NO HA DONAT CODIS D'ERROR).
  .then(response => {
    // Verificar si la respuesta es exitosa.
    if (response.status == 200)
      return response.json(); // Convertir la respuesta a JSON
    else if (response.status == 400)
      return response.json().then(data => Promise.reject({ type: 'validacion', data }));
    else {
      throw new Error('Error! La respuesta de xarxa no ha sigut exitosa!');
    }
  }) // ----- PAS 3: MANEJO LA RESPUESTA JSON -----
  .then(dadesExitosesJSON => {

```

Figura 3.9: Fragmento de código en `pas2C_login.html` dentro del código javascript para obtener el token de acceso (detalle en rojo).

```

  }) // ----- PAS 3: MANEJO LA RESPUESTA JSON -----
  .then(dadesExitosesJSON => {
    console.log(dadesExitosesJSON); // Imprimir la respuesta en la consola (treure a produccio: c
    if (dadesExitosesJSON.existeixUsuari) {
      if (dadesExitosesJSON.contrasenyaCorrecta) {
        let tokenAccesJWT = dadesExitosesJSON.AccessToken; //extrec el token
        localStorage.setItem("AccessToken", tokenAccesJWT); //guardem token al localStorage

        if (dadesExitosesJSON.teAccesArecursos) {
          bannerAlerta([], "bienvenidoAlaApp", "var(--verdAlerta)");
          setTimeout(() => {window.location.href = "/dashboard.html";}, tEspera); //ENVIO
        } else { //NO TE ACCES A RECURSOS (USUARI TE CONTA I CONTRASNEYA)
          bannerAlerta([email], "usuariExisteixPeroNoTeAccesArecursos", "var(--lilaAlerta)");
          setTimeout(() => { //ENVIO USUARI A OBTENIR RECURSOS
            window.location.href = "/pas4_concedirAccesGmail.html";
          }, tEspera*3); //PASO DE 1 SEGON A 3 SEGONS
        }
      }
    }
  })

```

Ahora bien, si el usuario nunca se ha registrado en nuestra aplicación²⁴, cuando lo haga, lo hará por el proceso de registro y no por el proceso de inicio de sesión. Una vez introduzca su contraseña en `pas3_crearContrasenya.html` y se tome el correo electrónico insertado por el usuario en páginas previas y guardado en el `localStorage`, se hará una llamada POST con `fetch()` al endpoint “`api/registraUsuari`” pasando esos datos por el body: si y solo si el usuario NO existía, se creará un nuevo registro en la tabla `Usuaris` y ahí se devolverá un JSON con el token de acceso para el nuevo usuario creado, ahora de permisos 0:

```
{
```

²⁴Es decir, no tenemos su correo electrónico en BBDD.

```

    "existiaUsuari": false,
    "AccessToken": "eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJw [...]",
    "usuariShaRegistat": true
}

```

Para entender de dónde viene el token desde el back-end redirigimos al lector a la sección 3.3.2.4, donde se trata ese aspecto. En la presente sección nos ocuparemos de JavaScript en el front. Por ahora el lector debe tener claro que, como hemos visto ya, existen tres páginas HTML con códigos Javascript embebidos que pueden hacer llamadas asíncronas y obtener un token de acceso del servidor y guardarlo en el localStorage (un detalle de los formularios de estas páginas se encuentra en la figura 3.10:

Figura 3.10: Detalle de los formularios que permiten generar llamadas a los dos endpoints generadores de tokens de acceso (/api/login y /api/registraUsuari). De izquierda a derecha las páginas que los contienen: pas2C_login.html, pas3_crearContrasenya.html y pas2B_introduirContrasenya.html

The figure shows three distinct web forms arranged horizontally, separated by vertical lines. Each form is contained within a light gray border.

- Form 1 (Left):** Titled "Iniciar sesión". It contains two input fields: "Dirección de correo" with the value "superacces@gmail.com" and "Contraseña" with masked characters "*****". Below the fields is a green button labeled "Inicia Sesión" and a blue link that says "¿Has olvidado tu contraseña?".
- Form 2 (Middle):** Titled "Crea tu contraseña!". It features a feedback message "¡Ya casi hemos terminado!" above a single "Contraseña" input field. A green button labeled "Siguiente" is positioned below the field.
- Form 3 (Right):** Titled "Te damos de nuevo la bienvenida!". It includes the instruction "Escribe tu contraseña para acceder a tu usuario." above a "Correo electrónico:" label and an input field. Below the input field is a green button labeled "Siguiente".

NOTA: En este trabajo no implementaremos cookies ya que implica configuración extra tanto en el cliente como en el servidor. Vamos a guardar el token en el cliente en el localStorage (que es, de hecho, una práctica habitual en aplicaciones que no requieren un alto grado de seguridad). También hay que mencionar sobre que existe un debate para ver si en ese logIn el token de acceso recién generado en el servidor se debe mandar al cliente en el body de la respuesta de la solicitud POST o bien en la header "Authorization". Sin embargo, es práctica común mandarlo en el body. Nótese, que para el paso inverso (cliente a servidor) sí debe mandarse en el Heather "Authorization".

3.5.3. validacion de datos (Formularios entrada)

NOTA: Los datos validados en el front-end siguen las mismas expresiones regulares y restricciones que las validaciones hechas en el back-end (ver sección 3.3.3).

TO DO FER-HO

Evaluación y Conclusiones Finales

ANEXO

5.1. Flujo de trabajo habitual en git

```
# trabajamos con el proyecto y se introduce
# en el staging area
git add -A

# creamos rama para aglutinar los cambios
git branch backEnd

# cambiamos a la rama que acabamos de crear
git checkout backEnd

# guardamos los cambios como nodos dentro de
# la rama con la que desarrollamos.
git commit -m "commit 1"
git commit -m "commit 2"
# [...]
git commit -m "commit n"

#cambiamos a rama main local y luego integramos cambios
git checkout main
git merge backEnd

#Subimos los cambios al repo remoto
git push origin main
```

5.2. Diferencias de seguridad: JWT vs SESSION en cookies seguras

Característica	JWT en cookies seguras	Session ID en cookies seguras
Seguridad contra XSS	Más seguro si la cookie tiene <code>HttpOnly</code> y <code>Secure</code> , ya que no es accesible desde JavaScript.	Más seguro si la cookie tiene <code>HttpOnly</code> y <code>Secure</code> , ya que no es accesible desde JavaScript.
Seguridad contra CSRF	Puede ser vulnerable si la cookie no tiene <code>SameSite=Strict</code> .	Menos vulnerable si la cookie tiene <code>SameSite=Strict</code> .
Estado en el servidor	Stateless (no hay estado en el servidor, el JWT contiene toda la información).	Stateful (el servidor mantiene una sesión activa asociada con el Session ID).
Escalabilidad	Mejor escalabilidad porque no requiere almacenamiento de sesiones en el servidor.	Menos escalable, ya que el servidor debe manejar las sesiones activas.
Expiración y revocación	Difícil de revocar antes de que expire, a menos que se implemente una lista negra en el servidor.	Fácil de invalidar eliminando la sesión en el servidor.
Uso con JavaScript	No accesible desde JavaScript si la cookie tiene <code>HttpOnly</code> .	No accesible desde JavaScript si la cookie tiene <code>HttpOnly</code> .

Cuadro 5.1: Comparación de seguridad entre JWT y Session ID almacenados en cookies seguras con `HttpOnly=True`.

5.3. Clases para crear y verificar JWTs

5.3.1. Clase JWT

```
//NO INSTANCIEM AQUESTA CLASSE MAI. LA FEM ABSTRACTA
@Component
public abstract class JwtUtil {

    //es la clau privada de 256 bits com a minim per encriptar el token (tant el d'accés com el de refresh)
    //veure debat http://bit.ly/3RmBGIK
    protected static String clauSecreta;

    public JwtUtil() {
        this.clauSecreta = "a8f7d9g0b6c3e5h2i4j7k1l0m9n8p6q3r5s2t1u4v0w9x8y7z";
    }

    //METODE QUE PARSEJA EL TOKEN JWT COMPLET. VERIFICA LA FIRMA I EXTRAU LES CLAIMS (parells clau valor en el payload).
    protected Claims getClaims(String token) {
        return Jwts.parser()
            .setSigningKey(clauSecreta.getBytes())
            .build()
            .parseClaimsJws(token)
            .getBody();
    }
}
```

5.3.2. Clase Refresh Token

```
@Component
public class RefreshToken extends JwtUtil {

    private static int tExpDies;

    public RefreshToken() {this.tExpDies = 7;}

    // FINALITAT DEL METODE: Refrescar el token d'accés que genera generaAccesToken().
    public String generaRefreshToken(String correu, int idUsuari) {
        Map<String, Object> dadesExtraApayload = new HashMap<>();
        dadesExtraApayload.put("idUsuari", idUsuari);
        //posar mes dades al payload si es necessari

        return Jwts.builder()
            .setClaims(dadesExtraApayload) //dades customitzades
            .setId(String.valueOf(UUID.randomUUID().toString())) //id unic per a token. Per traSSSabilitat
            .setSubject(correu) //guardo nom subjecte (dins "sub")
            .setIssuedAt(new Date()) //data creacio
            .setExpiration(new Date(System.currentTimeMillis() + tExpDies*86400*1000)) //expiracio
            .signWith(SignatureAlgorithm.HS256, clauSecreta.getBytes())
            .compact();
    }
}
```

5.3.3. Clase Access Token

```
@Component
public class AccessToken extends JwtUtil {

    private static int tExpM; //minuts per a exprirar el token

    public AccessToken() {this.tExpM = 10;}

    //FINALITAT: Generar un JWT d'accés.
    public String genera(String correu, int idUsuari, byte permisos) {
        Map<String, Object> dadesExtraApayload = new HashMap<>();
        dadesExtraApayload.put("permisos", permisos);
        dadesExtraApayload.put("idUsuari", idUsuari);
    }
}
```

```

        return Jwts.builder()
            .setClaims(dadesExtraApayload) //dades customitzades
            .setSubject(correu) //guardo nom subjecte (clau "sub")
            .setIssuedAt(new Date()) //data creacio (clau "iat" payload)
            .setExpiration(new Date((System.currentTimeMillis() / 1000 + (tExpM * 60)) * 1000))
            .signWith(SignatureAlgorithm.HS256, clauSecreta.getBytes())
            .compact();
    }
}

```

5.4. Clases de seguridad

5.4.1. Clase ConfiguracioSeguretat.java

```

package miApp.app.seguretat;

@Configuration
@EnableMethodSecurity
@PreAuthorize
public class ConfiguracioSeguretat {

    private final FiltreAutenticacioJwt jwtAuthenticationFilter;

    public ConfiguracioSeguretat(FiltreAutenticacioJwt jwtAuthenticationFilter) {
        this.jwtAuthenticationFilter = jwtAuthenticationFilter;
    }

    @Bean
    public SecurityFilterChain securityFilterChain(HttpSecurity http)
        throws Exception {
        http
            .csrf(csrf -> csrf.disable())
            .authorizeHttpRequests(auth -> auth
                .requestMatchers("/api/correuUsuaris").hasRole("ADMIN")
                .requestMatchers("/api/usuaris/*").hasAnyRole("USER", "ADMIN")
                .requestMatchers("/api/usuaris").hasRole("ADMIN")
                .requestMatchers("/api/nreUsuaris").hasAnyRole("USER", "ADMIN")
                .requestMatchers("/api/*/contrasenya").hasAnyRole("USER", "ADMIN")
                .requestMatchers("/api/**").permitAll()
            )
            .addFilterBefore(jwtAuthenticationFilter,
                UsernamePasswordAuthenticationFilter.class);

        return http.build();
    }
}

```

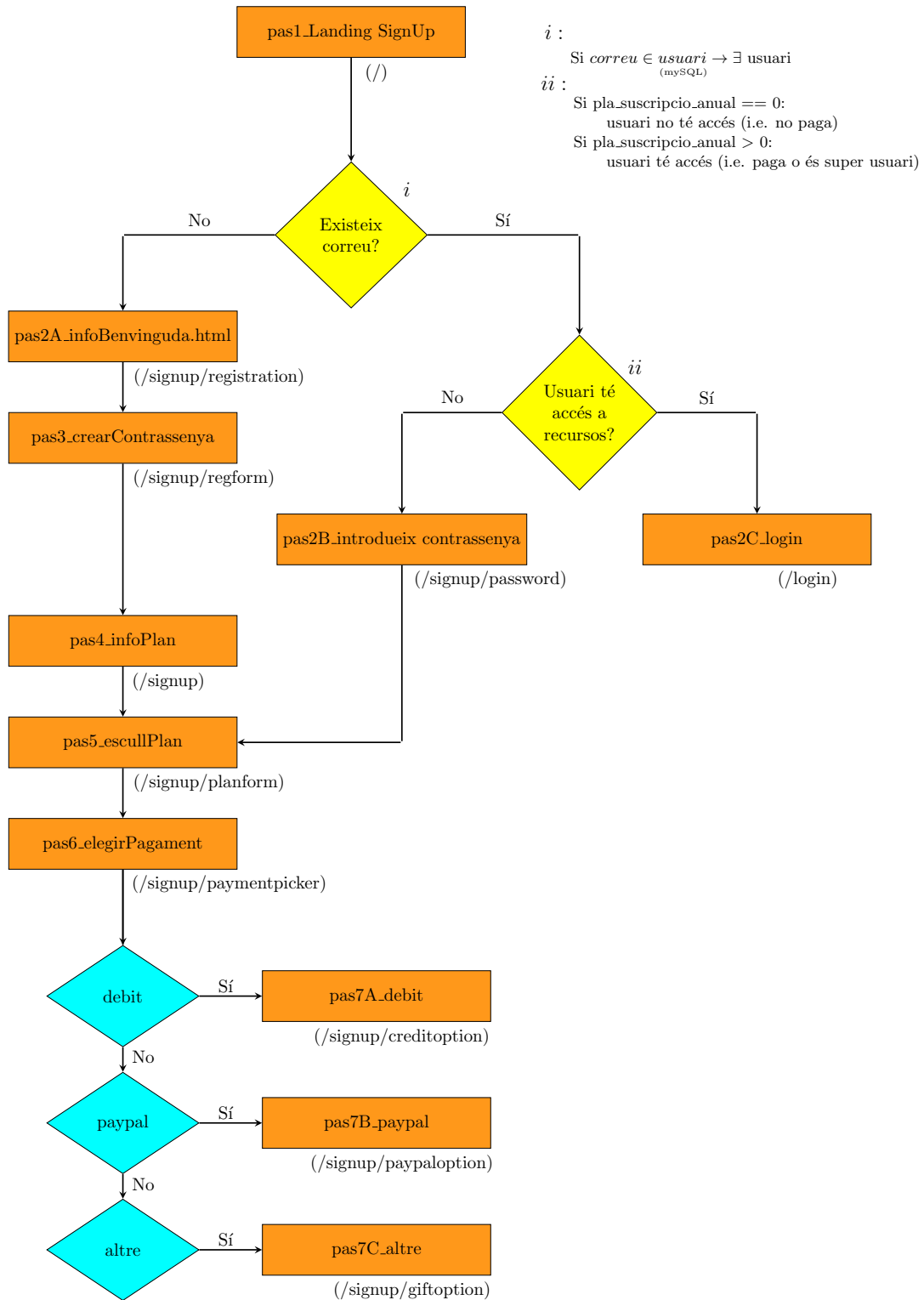
5.4.2. Controlador con restricciones aplicadas

La restricción aplicada es `@PreAuthorize`. Solamente usuarios que tengan rol administrador o bien usuarios que contengan el `id == principal` (el propio id del usuario autenticado) podrán cambiar la contraseña:

```
@PatchMapping("usuarios/{id}/contrasena")
@PreAuthorize("hasRole('ADMIN') or #id == principal")
public ResponseEntity<HashMap<String, String>> actualitzaContrasena(
    @PathVariable("id") int id, @Valid
    @RequestBody ActualitzaContrasenaDTO dto) {
    Optional<Usuari> usuariActualitzatOPTIONAL =
        serveiUPP.actualitzaContrasena(dto, id);
    HashMap<String, String> resposta = new HashMap<>();
    if (usuariActualitzatOPTIONAL.isPresent()) {
        resposta.put("mensaje", "Contrasena actualizada correctamente.");
        return new ResponseEntity<>(resposta, HttpStatus.OK); //200 OK
    } else {
        resposta.put("mensaje", "Usuario no encontrado.");
        return new ResponseEntity<>(resposta, HttpStatus.NOT_FOUND);
//404 NOT FOUND
    }
}
```


5.5. Diagrama réplica netflix

@blackcub3s



NOTA: El lector puede ver el proceso de creación de este diagrama en el repositorio [diagramaTikz](#). También puede ver una explicación del diagrama a continuación:

Este diagrama se puede entender del siguiente modo:

1. Cada rectángulo de color naranja es una página estática `.html` de lo que sería una réplica de la página de registro de netflix.
2. Cada rombo de fondo amarillo es una decisión que se hará dentro del back-end de Spring Boot, dado que requiere hacer consultas a la BBDD y contiene datos sensibles.
3. Los rombos de fondo azul se decidirán en el front-end en tanto que sus decisiones no requieren consultar información personal en la base de datos y no precisan, por lo tanto, del uso del back-end (y, además, no se explicarán en este *readme*).
4. El paréntesis que incluye la extensión de una URL debajo de cada rectángulo naranja es cada página de Netflix cuyo comportamiento y, en menor medida, aspecto, se ha intentado replicar en el archivo `.html` del rectángulo naranja que le es contiguo. Por ejemplo, el archivo `pas2A_infoBenvinguda.html` de este proyecto es una réplica de la página especificada en el paréntesis `netflix.com/signup/registration` y el usuario llegará a ella a través del proceso de registro gracias a la aplicación de una lógica de back-end similar a la que usa Netflix.

5.6. Diagrama enrutamiento mercApp

5.7. Aspectos ventajosos de separar front-end y back-end (SoC)

- **Responsabilidad única (SRP):** Cada módulo debería hacer una sola cosa ($\{\text{Frontend} \rightarrow \text{interfaz}\}$, $\{\text{Backend} \rightarrow \text{procesamiento}\}$).
- **mantenibilidad:** Al usar una arquitectura modular cada parte puede evolucionar por separado. Podemos desplegar solo el front o el back. En el futuro podremos cambiar el front-end de archivos estáticos por un front-end con Angular, por ejemplo.
- **Escalabilidad:** Según la carga podemos escalar independientemente ambas partes del proyecto. Por ejemplo, poner los archivos estáticos (html, css y js del front-end) en un servidor para servirlos rápidamente como nGinx [12] (supuestamente más rápido que Apache). Dejar en el tomcat embebido de springboot el procesamiento del back-end y si hay problemas de escalabilidad escalar este independientemente en AWS, AZURE, o en un servidor propio según sea más conveniente.

- **Reutilización:** Un backend puede servir varios front-ends (no solo web, sino móvil también). El mismo front-end podemos reutilizarlo luego para otra aplicación con un back-end en otro lenguaje por ejemplo.

Bibliografía

- [1] European Parliament. Parliamentary question: Traces of endocrine disruptor bpa in tickets and receipts. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/P-8-2019-001136_EN.html, 2019. European Parliament.
- [2] José-Manuel Molina-Molina, Inmaculada Jiménez-Díaz, Montserrat Plata-Aquino, Juan-Carlos Martínez-Escoriza, Nicolás Olea, and Mariana F. Fernández. Determination of bisphenol a and bisphenol s concentrations and assessment of estrogen- and anti-androgen-like activities in thermal paper receipts from brazil, france, and spain. *Science of The Total Environment*, 647:1088–1096, 2019.
- [3] Canal UGR. Los tickets de la compra en los que se borra la tinta pueden provocar cáncer e infertilidad. Consultado en Canal UGR.
- [4] Chart.js. Chart.js — open source html5 charts for your website. <https://www.chartjs.org/>, 2025. Accessed: 2025-04-12.
- [5] Animate.css. Animate.css — a cross-browser library of css animations. <https://animate.style/>, 2025. Accessed: 2025-04-12.
- [6] Stack Overflow Community. What is the purpose of a “refresh token”? - stack overflow. <https://stackoverflow.com/questions/38986005/what-is-the-purpose-of-a-refresh-token>. Accedido el 6 abril de 2025.
- [7] Stack Overflow Community. Is it secure to send token in header of the request? <https://stackoverflow.com/questions/63225061/is-it-secure-to-send-token-in-header-of-the-request>, 2020. Accedido el 6 abril de 2025.
- [8] jwt.io. Json web tokens - jwt.io. <https://jwt.io/>. Accedido el 27 marzo de 2025.
- [9] Stack Overflow Community. Should refresh tokens in jwt authentication schemes be signed with a different secret than the access token? <https://stackoverflow.com/questions/63092165/should-refresh-tokens-in-jwt-authentication-schemes-be-signed-with-a-different>. 2020. Accedido el 28 marzo de 2025.
- [10] Postman. Postman api platform. <https://www.postman.com/>. Accedido el 9 abril de 2025.

- [11] Spring Framework. Onceperrequestfilter (spring framework api). <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/javadoc-api/org/springframework/web/filter/OncePerRequestFilter.html>. Accedido el 28 marzo de 2025.
- [12] NGINX. Nginx — high performance load balancer, web server, & reverse proxy. <https://www.nginx.com/>. Accedido el 8 abril de 2025.