

# Hệ Thống Quản Lý Hợp Đồng Điện Tử

ThS. Lê Trung Hiếu

*Giảng viên hướng dẫn*

*Khoa Công nghệ Thông tin*

*Trường Đại học Đại Nam, Việt Nam*

*hieult@dainam.edu.vn*

KS. Nguyễn Thái Khánh

*Giảng viên hướng dẫn*

*Khoa Công nghệ Thông tin*

*Trường Đại học Đại Nam, Việt Nam*

*khanhkt@dainam.edu.vn*

Trịnh Việt Hưng

*Sinh viên thực hiện*

*Khoa Công nghệ Thông tin*

*Trường Đại học Đại Nam, Việt Nam*

*hungvt12.mobifone@gmail.com*

**Tóm tắt nội dung**—Hệ thống hợp đồng điện tử o phép doanh nghiệp và cá nhân tạo lập, ký kết, quản lý và lưu trữ hợp đồng hoàn toàn trên môi trường số. Hệ thống hỗ trợ nhiều hình thức ký như ký OTP, ký số (USB Token, HSM) và ký hình ảnh, đảm bảo tính pháp lý, bảo mật và toàn vẹn dữ liệu. Với giao diện thân thiện và khả năng tích hợp linh hoạt với các hệ thống khác, MobiFone eContract giúp doanh nghiệp tiết kiệm thời gian, chi phí, đồng thời tăng hiệu quả trong quy trình xử lý và phê duyệt hợp đồng.

**Index Terms**—Quản lý hợp đồng, ký tự động, ký từ xa, React, Node.js, SQLite, hệ thống web

## I. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh chuyển đổi số mạnh mẽ hiện nay, việc quản lý và ký kết hợp đồng đóng vai trò quan trọng trong hoạt động của các doanh nghiệp và tổ chức. Đối với nhiều đơn vị, quy trình ký hợp đồng thủ công truyền thống còn tồn tại nhiều hạn chế như: tốn thời gian, chi phí in ấn, khó kiểm soát trạng thái hợp đồng, và tiềm ẩn rủi ro về bảo mật thông tin.

Hệ thống MobiFone eContract được xây dựng nhằm giải quyết những bất cập trên thông qua việc ứng dụng công nghệ ký số và lưu trữ điện tử vào toàn bộ quy trình quản lý hợp đồng. Hệ thống cho phép người dùng tạo lập, ký kết, phê duyệt, và theo dõi hợp đồng hoàn toàn trực tuyến, hỗ trợ nhiều hình thức ký như OTP, chữ ký số USB Token, và HSM. Nhờ đó, MobiFone eContract giúp tối ưu hóa quy trình xử lý hợp đồng, tiết kiệm thời gian – chi phí, đồng thời đảm bảo tính pháp lý, an toàn và minh bạch trong môi trường giao dịch điện tử.

### A. Mục tiêu của hệ thống

Hệ thống được xây dựng với các mục tiêu cụ thể sau:

**Tăng tính minh bạch:** Mọi thao tác ký kết, phê duyệt và xử lý hợp đồng đều được ghi lại trong nhật ký hệ thống, giúp dễ dàng tra cứu và kiểm soát. Các bên tham gia có thể theo dõi trạng thái hợp đồng theo thời gian thực, đảm bảo tính minh bạch trong toàn bộ quy trình ký điện tử.

**Nâng cao độ chính xác:** Hệ thống tự động kiểm tra tính hợp lệ của hợp đồng, chữ ký và thông tin người ký trước khi thực hiện, giảm thiểu sai sót do thao tác thủ công. Việc ký và xác nhận được thực hiện theo đúng quy định, đảm bảo tính pháp lý và đồng nhất dữ liệu.

**Giảm tải công việc thủ công:** Người dùng không cần in ấn, ký tay hay gửi hồ sơ giấy tờ. Toàn bộ quy trình tạo, ký và lưu trữ hợp đồng được tự động hóa, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí cho doanh nghiệp cũng như khách hàng.

**Thuận tiện cho người dân:** Hệ thống cho phép ký hợp đồng mọi lúc, mọi nơi, trên nhiều thiết bị khác nhau. Người dùng có thể nhận thông báo, theo dõi tiến trình ký và tra cứu hợp đồng trực tuyến mà không cần gặp mặt trực tiếp.

**Hỗ trợ công tác thống kê và báo cáo:** MobiFone eContract cung cấp các báo cáo chi tiết về số lượng hợp đồng, trạng thái ký, thời gian xử lý và người tham gia. Dữ liệu được lưu trữ tập trung, giúp lãnh đạo dễ dàng theo dõi, đánh giá hiệu quả và ra quyết định nhanh chóng.

### B. Đối tượng sử dụng

Hệ thống được thiết kế phục vụ ba nhóm đối tượng chính với các quyền hạn và chức năng khác nhau:

**Khách hàng (Customer):** Là các cá nhân hoặc doanh nghiệp sử dụng hệ thống để tạo lập, ký kết và quản lý hợp đồng điện tử. Người dùng có thể đăng nhập vào tài khoản để tạo hợp đồng mới, theo dõi trạng thái ký, nhận thông báo hoàn tất và tra cứu lịch sử giao dịch. Giao diện dành cho khách hàng được thiết kế thân thiện, dễ sử dụng, phù hợp với cả người dùng phổ thông lẫn doanh nghiệp.

**Doanh nghiệp/Tổ chức ký hợp đồng (Partner/Signer):** Là các đơn vị hoặc cá nhân được mời tham gia ký hợp đồng điện tử. Họ có thể ký bằng nhiều hình thức như OTP, chữ ký số USB Token hoặc HSM, đồng thời xem nội dung hợp đồng, xác nhận thông tin và lưu trữ bản đã ký một cách bảo mật.

**Quản trị viên hệ thống (Admin):** Là người có toàn quyền quản lý và giám sát hoạt động của hệ thống. Quản trị viên có thể quản lý tài khoản người dùng, phân quyền truy cập, theo dõi nhật ký ký kết, xử lý lỗi hệ thống, và đảm bảo an toàn dữ liệu. Ngoài ra, quản trị viên còn có quyền cấu hình các chính sách ký, lưu trữ và tích hợp với các hệ thống khác của MobiFone.

## II. CÔNG NGHỆ SỬ DỤNG

Hệ thống MobiFone eContract được xây dựng trên nền tảng công nghệ web hiện đại với kiến trúc Client-Server, đảm bảo khả năng mở rộng, bảo mật và hiệu suất cao. Phần frontend được phát triển bằng Angular nhằm mang lại giao diện trực quan, thân thiện và khả năng tương tác tốt với người dùng. Phần backend được triển khai bằng Java Spring Boot, cung cấp các API bảo mật và xử lý nghiệp vụ ký hợp đồng điện tử. Hệ thống sử dụng cơ sở dữ liệu MySQL để lưu trữ thông tin

hợp đồng, người ký và nhật ký hoạt động. Ngoài ra, MobiFone eContract còn tích hợp công nghệ ký số HSM, ký OTP và lưu trữ đám mây, giúp đảm bảo tính pháp lý, an toàn và sẵn sàng trong mọi tình huống.

#### A. Công nghệ Frontend

Phần giao diện người dùng (Frontend) được xây dựng với các công nghệ tiên tiến nhất hiện nay:

**React 18 [1]:** Thư viện JavaScript do Facebook phát triển, được sử dụng rộng rãi để xây dựng giao diện người dùng động và tương tác cao. React sử dụng Virtual DOM giúp tối ưu hóa hiệu suất render [10], đặc biệt phù hợp với các ứng dụng có nhiều thao tác cập nhật dữ liệu như hệ thống quản lý này.

**TypeScript [3]:** Là phiên bản mở rộng của JavaScript với hệ thống kiểu tĩnh mạnh mẽ. TypeScript giúp phát hiện lỗi ngay trong quá trình phát triển, tăng cường khả năng bảo trì code và cải thiện trải nghiệm lập trình thông qua tính năng IntelliSense. Việc sử dụng TypeScript đặc biệt quan trọng trong dự án có quy mô lớn với nhiều component phức tạp [11].

**Vite:** Build tool thế hệ mới với tốc độ khởi động và build cực nhanh nhờ sử dụng ES modules. Vite cung cấp tính năng Hot Module Replacement (HMR) mượt mà, giúp quá trình phát triển hiệu quả hơn nhiều so với các công cụ truyền thống như Webpack [12].

**Tailwind CSS [4]:** Framework CSS utility-first cho phép xây dựng giao diện nhanh chóng mà không cần viết CSS tùy chỉnh. Tailwind cung cấp hệ thống design system nhất quán, responsive mobile-first và dễ dàng tùy chỉnh theo yêu cầu thiết kế của dự án.

**React Router v6:** Thư viện định tuyến (routing) chính thức cho React, quản lý điều hướng giữa các trang trong ứng dụng Single Page Application (SPA) [13]. React Router hỗ trợ lazy loading, nested routes và protected routes phù hợp với yêu cầu phân quyền của hệ thống.

#### B. Công nghệ Backend

Phần xử lý logic nghiệp vụ và quản lý dữ liệu (Backend) được xây dựng với:

**Node.js [9]:** Môi trường runtime JavaScript phía server được xây dựng trên V8 engine của Chrome. Node.js sử dụng mô hình non-blocking I/O giúp xử lý hiệu quả các request đồng thời, phù hợp với ứng dụng web có lượng truy cập lớn [14]. Việc sử dụng JavaScript cho cả frontend và backend giúp đội ngũ phát triển dễ dàng chuyển đổi và tái sử dụng code.

**Express.js 4 [2]:** Framework web minimalist và linh hoạt nhất cho Node.js. Express cung cấp bộ công cụ mạnh mẽ để xây dựng RESTful API [8], middleware system cho authentication, logging, error handling. Framework này được lựa chọn nhờ tính đơn giản, hiệu năng cao và cộng đồng hỗ trợ lớn.

**SQLite 3 [5]:** Hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ nhúng, không cần server riêng. SQLite phù hợp với ứng dụng quy mô vừa và nhỏ, dễ triển khai, sao lưu đơn giản (chỉ cần

copy file database). Database hỗ trợ ACID transactions đầy đủ [15], đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu.

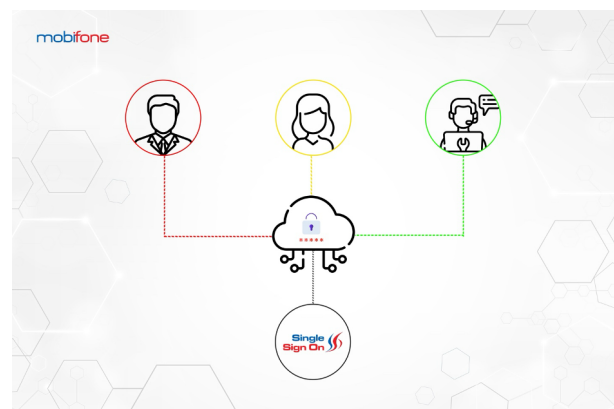
**Multer:** Middleware Node.js xử lý multipart/form-data, được sử dụng để upload các file đính kèm hồ sơ như CMND/CCCD, giấy tờ chứng minh, ảnh hộ khẩu. Multer hỗ trợ kiểm soát kích thước file, định dạng file và lưu trữ an toàn.

**bcryptjs [16]:** Thư viện mã hóa mật khẩu một chiều sử dụng thuật toán bcrypt. Mật khẩu người dùng được hash với salt ngẫu nhiên trước khi lưu vào database, đảm bảo an toàn ngay cả khi database bị lộ.

**jsonwebtoken (JWT) [6]:** Thư viện tạo và xác thực JSON Web Token cho việc authentication và authorization. JWT được sử dụng để duy trì phiên đăng nhập của người dùng mà không cần lưu session trên server, phù hợp với kiến trúc stateless của RESTful API.

### III. KIẾN TRÚC HỆ THỐNG

Hệ thống được thiết kế theo mô hình Client-Server với kiến trúc 3 lớp (Three-tier Architecture) [17], đảm bảo tính module hóa, dễ bảo trì và khả năng mở rộng trong tương lai.



Hình 1. Sơ đồ kiến trúc tổng thể hệ thống 3 lớp

Hệ thống bao gồm 3 lớp chính: Presentation Layer (Lớp giao diện) xây dựng bằng React và TypeScript chạy trên trình duyệt web của người dùng; Business Logic Layer (Lớp xử lý nghiệp vụ) sử dụng Node.js và Express.js để xử lý các yêu cầu API, xác thực JWT và thực thi logic nghiệp vụ; Data Access Layer (Lớp truy xuất dữ liệu) quản lý cơ sở dữ liệu SQLite với các bảng chuẩn hóa và ràng buộc toàn vẹn dữ liệu. Các lớp giao tiếp với nhau thông qua RESTful API sử dụng giao thức HTTP/HTTPS, đảm bảo tính bảo mật và hiệu suất cao.

#### A. Presentation Layer (Lớp giao diện)

Lớp giao diện người dùng chịu trách nhiệm tương tác trực tiếp với người dùng thông qua trình duyệt web. Lớp này được xây dựng hoàn toàn bằng React và TypeScript, bao gồm các trang và component chính:

**Trang đăng nhập và đăng ký:** Cung cấp chức năng xác thực người dùng, hỗ trợ đăng nhập bằng tài khoản doanh nghiệp hoặc email.

**Trang chủ (Dashboard):** Hiển thị tổng quan tình trạng hợp đồng, số lượng hợp đồng chờ ký, đã ký và bị từ chối. Giao diện thay đổi theo vai trò người dùng (tổ chức, cá nhân, quản trị viên).

**Quản lý hợp đồng:** Cho phép tạo mới, xem chi tiết, chỉnh sửa, tải về hoặc xóa hợp đồng. Hỗ trợ xem lịch sử ký, trạng thái ký và tiến trình xử lý của từng bên.

**Ký hợp đồng:** Giao diện ký trực tuyến bằng chữ ký số HSM hoặc OTP. Hệ thống đảm bảo tính pháp lý và bảo mật cao trong quá trình ký.

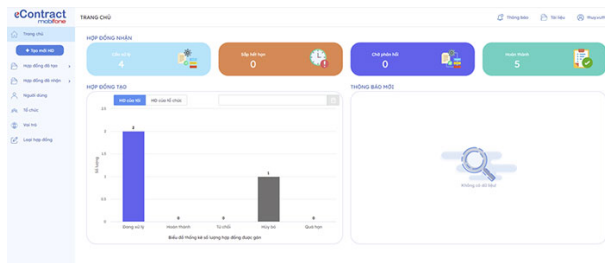
**Quản lý người dùng và tổ chức:** Dành cho quản trị viên để quản lý tài khoản, phân quyền người ký, cấp quyền truy cập và xem nhật ký hoạt động.

**Quản lý khiếu nại:** Giao diện tiếp nhận và xử lý khiếu nại từ người dân. Hỗ trợ phân công xử lý, theo dõi tiến trình và lịch sử trao đổi.

**Báo cáo và thống kê:** Cung cấp biểu đồ thống kê số lượng hợp đồng theo trạng thái, loại hình và thời gian. Hỗ trợ xuất file PDF/Excel phục vụ công tác quản lý.

**Quản lý người dùng:** Module admin để quản lý tài khoản, phân quyền, khóa/mở khóa tài khoản và xem nhật ký hoạt động.

Tất cả các giao diện đều được thiết kế responsive, hoạt động tốt trên các thiết bị desktop, tablet và mobile. Component được tổ chức theo atomic design pattern với các mức: atoms, molecules, organisms, templates và pages.



Hình 2. Giao diện trang chủ của hệ thống

## B. Business Logic Layer (Lớp xử lý nghiệp vụ)

Lớp logic nghiệp vụ của hệ thống MobiFone eContract được xây dựng trên nền tảng Spring Boot (Java), đóng vai trò trung gian giữa lớp giao diện Angular và lớp cơ sở dữ liệu. Lớp này chịu trách nhiệm xử lý toàn bộ quy trình nghiệp vụ ký kết hợp đồng điện tử, đảm bảo tính bảo mật, toàn vẹn dữ liệu và tuân thủ quy định pháp luật về giao dịch điện tử.

**Authentication & Authorization:** Xác thực người dùng bằng JWT, kiểm tra quyền truy cập cho từng API endpoint. Middleware auth.js được áp dụng cho tất cả các route cần bảo vệ.

**Xử lý tệp đính kèm:** Cho phép tải lên và quản lý file PDF hợp đồng, ảnh chữ ký và tài liệu bổ sung. Hệ thống kiểm tra định dạng, dung lượng và tạo đường dẫn lưu trữ bảo mật.

**Quản lý chương trình hỗ trợ:** Thực hiện tạo mới, chỉnh sửa, gửi ký, phê duyệt và quản lý trạng thái hợp đồng

(draft, pending, signed, rejected, expired). Hỗ trợ các quy trình ký khác nhau.

**Quản lý quy trình ký:** Tự động điều phối luồng ký theo thứ tự người ký, gửi thông báo tới từng bên khi đến lượt ký, kiểm tra tính hợp lệ của chữ ký và cập nhật trạng thái hợp đồng.

**Tích hợp hệ thống bên ngoài:** Hỗ trợ tích hợp với HSM Server để ký bằng chữ ký số doanh nghiệp, và tích hợp với các hệ thống đối tác (ví dụ Bon Bon) thông qua callback URL.

**Quản lý người dùng và tổ chức:** Cung cấp API CRUD để thêm, sửa, xóa, phân quyền người ký và người xem hợp đồng. Đảm bảo tính nhất quán dữ liệu giữa người dùng – tổ chức – hợp đồng.

**Báo cáo và thống kê:** Tổng hợp dữ liệu ký kết, thống kê số lượng hợp đồng đã ký, đang chờ ký, hợp đồng lỗi; hỗ trợ lọc theo thời gian, loại hợp đồng, hoặc đối tác.

API được thiết kế theo chuẩn RESTful [8] với các HTTP methods: GET (lấy dữ liệu), POST (tạo mới), PUT (cập nhật), DELETE (xóa). Mọi response đều có cấu trúc nhất quán với status code, message và data.

## C. Data Access Layer (Lớp truy xuất dữ liệu)

Lớp dữ liệu sử dụng SQLite làm hệ quản trị cơ sở dữ liệu với schema được thiết kế chuẩn hóa đến dạng chuẩn 3 (3NF). Cơ sở dữ liệu bao gồm các bảng chính:

- **users:** Lưu trữ thông tin người dùng hệ thống bao gồm: *id*, *full\_name*, *email*, *phone*, *department*, *address*, *password\_hash*, *role* (CUSTOMER/STAFF/ADMIN), *status* (active/inactive), *created\_at*, *updated\_at*. Mật khẩu được mã hóa bằng **bcrypt** với *salt factor* = 10.
- **contracts:** Quản lý thông tin hợp đồng điện tử bao gồm: *contract\_code* (mã hợp đồng), *title*, *customer\_id*, *contract\_type*, *value*, *start\_date*, *end\_date*, *status* (draft/pending/signed/rejected/cancelled), *created\_by*, *created\_at*, *updated\_at*.
- **contract\_documents:** Lưu trữ các file và tài liệu liên quan đến hợp đồng: *id*, *contract\_id*, *file\_name*, *file\_path*, *file\_type*, *uploaded\_by*, *uploaded\_at*, *status* (active/deleted).
- **signatures:** Quản lý thông tin chữ ký điện tử của các bên tham gia hợp đồng: *id*, *contract\_id*, *signer\_id*, *sign\_order*, *sign\_method* (OTP/USB Token/Cloud), *signed\_at*, *status* (pending/signed/failed).
- **customers:** Lưu trữ thông tin khách hàng của Mobifone: *id*, *customer\_code*, *full\_name*, *organization\_name*, *email*, *phone*, *address*, *tax\_code*, *representative*, *position*, *created\_at*, *updated\_at*.
- **notifications:** Quản lý thông báo gửi tới người dùng liên quan đến hợp đồng: *id*, *user\_id*, *title*, *message*, *type* (system/contract/reminder), *status* (unread/read), *created\_at*.
- **activities:** Lưu lịch sử thao tác và thay đổi trong hệ thống (audit log): *id*, *user\_id*, *action*, *table\_name*, *record\_id*, *old\_value*, *new\_value*, *ip\_address*, *timestamp*.
- **support\_tickets:** Quản lý các yêu cầu hỗ trợ hoặc khiếu nại từ người dùng: *id*, *ticket\_code*,

*user\_id, subject, description, attachment, s*  
(open/in\_progress/resolved/closed), *priority, create*  
*updated\_at*.

- **ticket\_actions:** Lịch sử xử lý yêu cầu hỗ trợ: *id, ticket*  
*action, performed\_by, timestamp, result, note*.

Các bảng được thiết kế với **ràng buộc khóa ngoại (for key constraints)** nhằm đảm bảo **tính toàn vẹn dữ liệu**, thời **tạo các chỉ mục (index)** trên những cột thường x  
truy vấn để **tối ưu hiệu năng**.

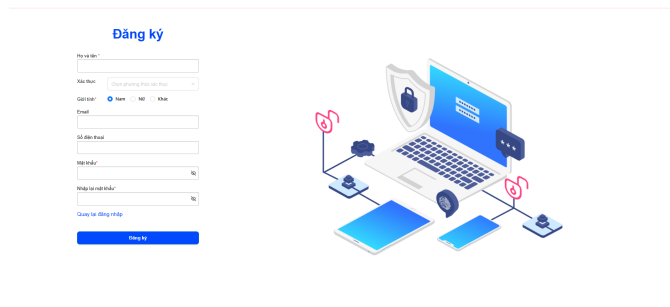
#### IV. CHỨC NĂNG CHÍNH

Hệ thống **Mobifone eContract** cung cấp bộ chức năng phong phú phục vụ ba nhóm đối tượng người dùng với các quyền hạn và giao diện tương ứng. Mỗi nhóm người dùng được thiết kế với giao diện và chức năng phù hợp với vai trò và trách nhiệm của họ trong quy trình quản lý hợp đồng điện tử. Việc phân chia rõ ràng các chức năng theo vai trò giúp đảm bảo **tính bảo mật**, tránh nhầm lẫn và **tối ưu hóa trải nghiệm người dùng**. Khách hàng có giao diện đơn giản, tập trung vào việc khởi tạo, ký và theo dõi hợp đồng; Nhân viên có đầy đủ công cụ để xử lý, kiểm duyệt và quản lý quy trình ký kết; Admin có quyền kiểm soát toàn bộ hệ thống, bao gồm phân quyền, cấu hình và giám sát nhật ký hệ thống. Các chức năng được thiết kế theo nguyên tắc **user-friendly, responsive** và **accessibility** để phục vụ mọi đối tượng người dùng.

##### A. Chức năng dành cho Khách hàng

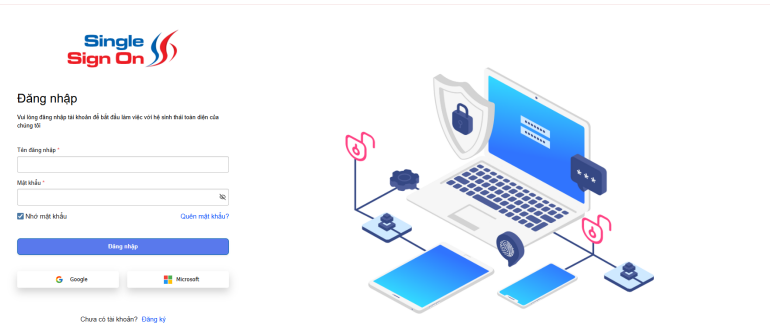
Khách hàng có thể sử dụng các chức năng sau thông qua giao diện web thân thiện:

**Đăng ký tài khoản:** Khách hàng tự đăng ký tài khoản bằng mã số thuế hoặc số CCCD, email và số điện thoại. Hệ thống gửi email xác thực để kích hoạt tài khoản. Form đăng ký có đầy đủ bước kiểm tra tính hợp lệ (validation) và hướng dẫn chi tiết.



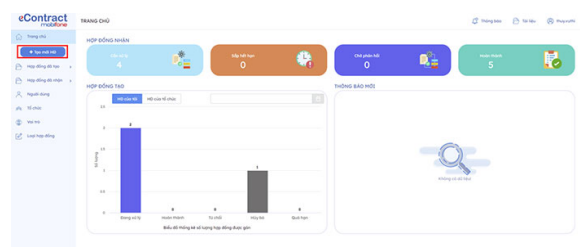
Hình 3. Giao diện đăng ký hệ thống

**Đăng nhập và quản lý hồ sơ cá nhân:** Người dùng đăng nhập bằng email hoặc số điện thoại, có thể cập nhật thông tin cá nhân, đổi mật khẩu, và quản lý thiết bị đăng nhập an toàn.



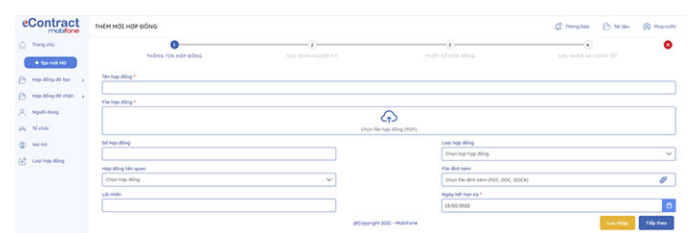
Hình 4. Giao diện đăng nhập hệ thống

**Khởi tạo hợp đồng điện tử:** Cho phép người dùng tạo mới hợp đồng điện tử bằng cách nhập thông tin đối tác, nội dung, giá trị hợp đồng và đính kèm các tệp liên quan (PDF, Word, v.v.). Hệ thống tự động sinh mã hợp đồng và lưu tạm vào trạng thái *draft*.



Hình 5. Chọn “Tạo mới HD”

**Nhập thông tin hợp đồng:** Thông tin bắt buộc: tên hợp đồng, file hợp đồng, ngày hết hạn ký. Thông tin không bắt buộc: Số hợp đồng, loại hợp đồng, hợp đồng liên quan, file đính kèm và lời nhắn.



Hình 6. Nhập thông tin hợp đồng

**Nhập thông tin hợp đồng:** Thông tin bắt buộc: tên hợp đồng, file hợp đồng, ngày hết hạn ký. Thông tin không bắt buộc: Số hợp đồng, loại hợp đồng, hợp đồng liên quan, file đính kèm và lời nhắn.

Hình 7. Giao diện chọn người ký

**Chọn người ký:** Các thông tin bao gồm:

- **Thông tin bắt buộc:** Họ tên, email, loại ký và số điện thoại của người ký thuộc doanh nghiệp và đối tác.
- **Thông tin không bắt buộc:** Họ tên, email của người xem xét, văn thư và người điều phối của hai bên, cùng với loại ký của văn thư. Nếu trong luồng ký không có sự tham gia của người xem xét, văn thư hoặc người điều phối, người dùng có thể chọn biểu tượng “X” ở góc phải màn hình để xóa bỏ vai trò tương ứng khỏi quy trình ký.

**Thiết kế ô dữ liệu:** Người dùng thực hiện kéo thả ô dữ liệu vào vị trí mong muốn trong file hợp đồng và thực hiện nhập các thuộc tính cho ô dữ liệu (tên trường và người nhận). Mỗi ô dữ liệu cần phải được gán cho một người nằm trong luồng ký kết và không được để trống.

**Thiết kế ô ký:** Người dùng thực hiện kéo thả ô ký vào vị trí mong muốn trong file hợp đồng và thực hiện gán ô ký đó cho người có chức năng ký hợp đồng. Số lượng ô ký ảnh và ký số phải đúng và đủ như đã tạo ở bước trước đó.

**Xác nhận và hoàn tất** Người dùng kiểm tra lại toàn bộ thông tin của hợp đồng và chọn “Hoàn thành” để kết thúc việc tạo hợp đồng.

Hình 8. Thiết kế ô dữ liệu

Hình 9. Thiết kế ô ký

Hình 10. Chọn “Hoàn thành”

## B. Gán và nhận quyền với người liên quan trong hợp đồng

Trong hướng dẫn sử dụng **Mobifone eContract**, người dùng được gán quyền trong hợp đồng có thể truy cập và thực hiện các thao tác tương ứng theo vai trò được chỉ định. Cụ thể, hệ thống hỗ trợ hai nhóm người dùng: *người có tài khoản hệ thống* và *người không có tài khoản hệ thống*.

**1) Người có tài khoản của hệ thống:** Đối với người dùng đã có tài khoản trên hệ thống, có hai cách để truy cập hợp đồng được gán quyền:

- **Cách 1:** Truy cập vào hệ thống, chọn mục “Hợp đồng đã nhận” → “Chờ xử lý”. Sau đó, chọn chức năng tương ứng với vai trò của mình trong hợp đồng, bao gồm: “Xem xét”, “Ký” hoặc “Ban hành”, tương ứng với *Người xem xét*, *Người ký* hoặc *Văn thư*.
- **Cách 2:** Mở email được gửi từ hệ thống (được nhập bởi người tạo hợp đồng hoặc người điều phối trong quá trình tạo luồng ký). Trong email này, người dùng chọn đường dẫn truy cập trực tiếp vào hợp đồng được gán để thực hiện thao tác cần thiết.



2) *Người không có tài khoản của hệ thống*: Đối với người dùng chưa có tài khoản trên hệ thống, thực hiện theo các bước sau:

- 1) **Bước 1**: Người dùng truy cập vào email được gửi từ hệ thống và chọn đường dẫn tương ứng để thực hiện chức năng: “Điều phối hợp đồng”, “Xem xét hợp đồng”, “Ký hợp đồng” hoặc “Ban hành hợp đồng”, tùy theo vai trò được gán (Người điều phối, Người xem xét, Người ký, Văn thư).
- 2) **Bước 2**: Thực hiện đăng nhập vào hệ thống bằng mật khẩu tạm thời được cung cấp trong email.

Sau khi đăng nhập thành công, người dùng sẽ được truy cập trực tiếp vào hợp đồng được chỉ định và có thể thực hiện các chức năng tương ứng theo vai trò của mình trong quy trình ký kết.

### C. Ký kết hợp đồng

Sau khi tạo hợp đồng và gán người ký, người ký sẽ thực hiện ký hợp đồng theo hình thức sẵn có. Hệ thống **Mobifone eContract** tích hợp nhiều hình thức ký (qua SIM PKI, USB Token, ký ảnh, ...) để người dùng có thể linh hoạt khi sử dụng.

1) *Ký trên web*: Người ký có thể thực hiện ký ảnh hoặc ký bằng SIM PKI trên website của Mobifone eContract.

- **Ký ảnh**: Truy cập và kiểm tra hợp đồng được gán → chọn ‘Đồng ý’ → chọn ô ký được gán → ký ảnh bằng cách ký tay trực tiếp hoặc tải file ảnh chữ ký từ thiết bị → nhấn ‘OK’ → chọn ‘Xác nhận’ để hoàn thành ký số cho hợp đồng.
- **Ký SIM PKI**: Truy cập và kiểm tra hợp đồng được gán → chọn ‘Đồng ý’ → chọn ô ký được gán → nhập số thuê bao và nhà mạng sử dụng ký số (nếu thông tin user đã có sẵn thì không cần nhập lại) → chọn ‘Xác nhận’ để hoàn thành ký số cho hợp đồng.
- **Lưu ý**: Nếu người dùng chưa cài đặt tool ký số hoặc chưa cắm USB Token, hệ thống sẽ thông báo. Khi đó, người dùng cần cắm USB Token hoặc tải bộ cài tool ký số do hệ thống cung cấp và thực hiện cài đặt để ký số hợp đồng.

2) *Ký trên app (ứng dụng)*: Trên ứng dụng di động, người dùng có thể thực hiện ký ảnh hoặc ký SIM PKI tương tự như trên website.

- **Ký ảnh**: Truy cập vào ứng dụng, kiểm tra hợp đồng được gán → chọn ‘Đồng ý’ → chọn ô ký được gán → ký ảnh bằng cách ký tay trực tiếp hoặc tải file ảnh chữ ký từ thiết bị → nhấn ‘OK’ → chọn ‘Xác nhận’.
- **Ký SIM PKI**: Truy cập vào ứng dụng, kiểm tra hợp đồng được gán → chọn ‘Đồng ý’ → chọn ô ký được gán → nhập số thuê bao và nhà mạng sử dụng ký số (nếu thông tin user đã có sẵn thì không cần nhập lại) → chọn ‘Xác nhận’.

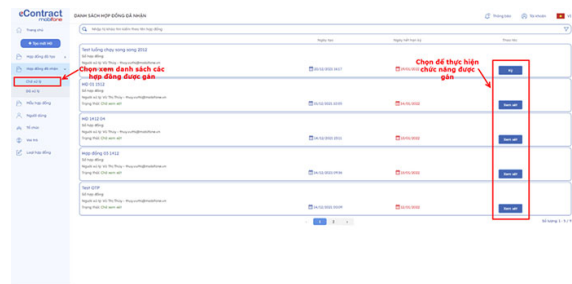
3) *Ký số bằng USB Token*: Để ký số bằng USB Token, người dùng thực hiện theo các bước sau:

- 1) **Bước 1**: Truy cập và kiểm tra hợp đồng được gán chức năng ký. Chọn “Đồng ý” nếu đồng ý với các nội dung

trong hợp đồng. Nếu không đồng ý hoặc thấy có sai sót, chọn “Không đồng ý”.

- 2) **Bước 2**: Sau khi chọn “Đồng ý”, cắm USB Token vào máy tính và chọn ô ký được gán.
- 3) **Bước 3**: Chọn chữ ký sẽ thực hiện ký số và nhấn “Xác nhận” để hoàn thành việc ký số cho hợp đồng.

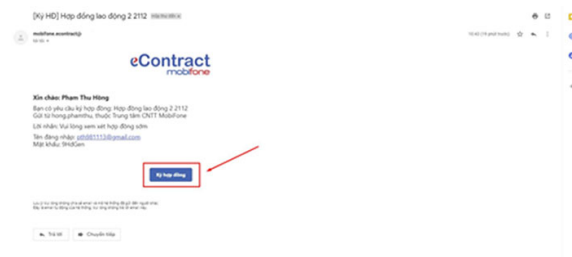
**Lưu ý**: Nếu người dùng chưa cài đặt tool ký số hoặc chưa cắm USB Token, hệ thống sẽ hiển thị thông báo. Khi đó, người dùng cần cắm USB Token hoặc tải bộ cài tool ký số do hệ thống cung cấp và thực hiện cài đặt để ký số hợp đồng.



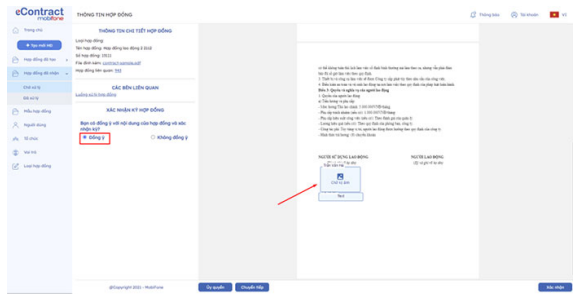
Hình 11. Truy cập vào hợp đồng



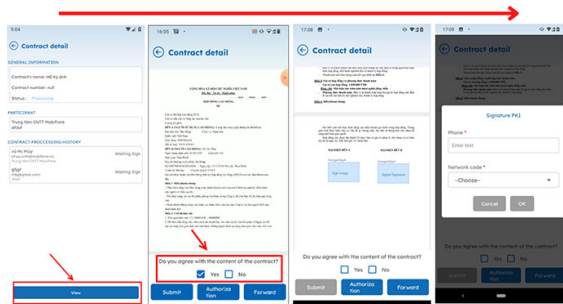
Hình 12. Truy cập vào hợp đồng qua email



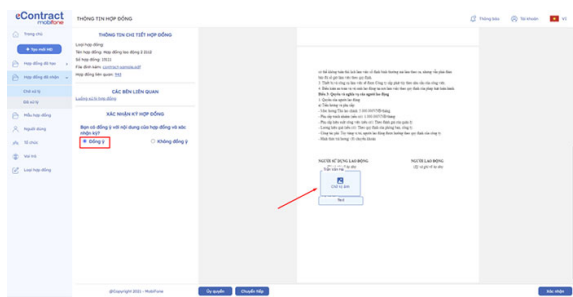
Hình 13. Người dùng không có tài khoản của hệ thống cần truy cập vào email được gán quyền



Hình 14. Chọn ô ký được gán và thực hiện ký ảnh hoặc SIM PKI



Hình 15. Các bước ký số bằng SIM PKI trên app



Hình 16. Người dùng click chọn vào ô ký mình được gán sau khi cắm USB vào thiết bị

## V. QUY TRÌNH NGHIỆP VỤ

Hệ thống **Mobifone eContract** hỗ trợ toàn bộ quy trình ký kết hợp đồng điện tử giữa các bên tham gia, từ khâu tạo lập, luân chuyển, ký số đến lưu trữ và tra cứu. Quy trình nghiệp vụ được thiết kế nhằm đảm bảo tính hợp pháp, bảo mật, thuận tiện và minh bạch cho người dùng.

### A. Tổng quan quy trình

Quy trình nghiệp vụ của hệ thống bao gồm các bước chính sau:

- 1) **Tạo hợp đồng:** Người khởi tạo đăng nhập hệ thống, lựa chọn mẫu hợp đồng hoặc tải lên tệp hợp đồng có sẵn. Hệ thống cho phép chỉnh sửa nội dung, thêm các trường dữ liệu cần thiết (tên bên A, bên B, điều khoản, thời hạn, v.v.) trước khi gửi đi ký.
- 2) **Gán người ký và phân quyền:** Sau khi tạo hợp đồng, người khởi tạo có thể gán danh sách người ký, xác định

thứ tự ký, vai trò của từng bên (bên ký chính, bên đối tác, bên liên quan chỉ xem, v.v.). Hệ thống gửi thông báo tự động đến từng người được gán ký.

- 3) **Ký hợp đồng:** Người ký truy cập hệ thống qua website hoặc ứng dụng di động để thực hiện ký số. Hệ thống **Mobifone eContract** hỗ trợ nhiều hình thức ký linh hoạt, bao gồm:
  - Ký ảnh (vẽ tay hoặc tải file ảnh chữ ký);
  - Ký số bằng SIM PKI;
  - Ký số bằng USB Token.

Mỗi hình thức đều đảm bảo tính xác thực, toàn vẹn và chống chối bỏ theo quy định của pháp luật về giao dịch điện tử.

- 4) **Phê duyệt và hoàn tất:** Sau khi tất cả các bên ký xong, hệ thống tự động tổng hợp, mã hóa và lưu trữ hợp đồng dưới dạng file PDF có gắn chứng thư số. Người tạo hợp đồng và các bên liên quan được thông báo qua email hoặc ứng dụng di động.
- 5) **Lưu trữ và tra cứu:** Tất cả hợp đồng đã ký được lưu trữ an toàn trên nền tảng đám mây của Mobifone, hỗ trợ tìm kiếm, lọc theo trạng thái, thời gian hoặc từ khóa. Người dùng có thể tải về bản hợp đồng gốc bất cứ lúc nào.

### B. Mô tả luồng nghiệp vụ tổng quát

Luồng nghiệp vụ của hệ thống có thể mô tả như sau:

- 1) Người tạo hợp đồng khởi tạo và gửi yêu cầu ký.
- 2) Hệ thống gửi thông báo đến từng người ký theo thứ tự được thiết lập.
- 3) Người ký truy cập hệ thống và thực hiện ký theo hình thức đã chọn.
- 4) Sau khi tất cả các bên ký xong, hợp đồng được đóng dấu thời gian và chứng thư số.
- 5) Hợp đồng hoàn tất được lưu trữ và có thể tra cứu hoặc tải về.

### C. Ưu điểm của quy trình

- Giảm thiểu thời gian và chi phí xử lý hợp đồng giấy.
- Hỗ trợ ký ở mọi nơi, trên mọi thiết bị (web, mobile).
- Đảm bảo tính pháp lý và xác thực của hợp đồng.
- Lưu trữ tập trung, an toàn và dễ dàng tra cứu.
- Theo dõi tiến độ ký theo thời gian thực, giảm thiểu sai sót và thất lạc.

## VI. BẢO MẬT VÀ PHÂN QUYỀN

Hệ thống **Mobifone eContract** được thiết kế với cơ chế bảo mật nhiều lớp nhằm đảm bảo an toàn tuyệt đối cho dữ liệu và giao dịch điện tử của người dùng. Đồng thời, hệ thống hỗ trợ cơ chế phân quyền linh hoạt để kiểm soát chặt chẽ quyền truy cập và thao tác của từng người dùng trong toàn bộ quy trình ký kết hợp đồng.

### A. Bảo mật hệ thống

Hệ thống áp dụng các tiêu chuẩn và giải pháp bảo mật tiên tiến để đảm bảo tính toàn vẹn, xác thực và bảo mật của dữ liệu trong suốt vòng đời hợp đồng:

- **Xác thực người dùng:** Người dùng phải đăng nhập bằng tài khoản được cấp và xác thực qua nhiều yếu tố (mật khẩu, mã OTP, hoặc chứng thư số PKI) để đảm bảo danh tính chính xác trước khi thực hiện ký hoặc phê duyệt hợp đồng.
- **Mã hóa dữ liệu:** Toàn bộ dữ liệu được mã hóa theo chuẩn TLS/SSL trong quá trình truyền tải và được lưu trữ mã hóa trên hệ thống máy chủ của Mobifone. Các file hợp đồng đã ký được mã hóa bằng chứng thư số và gắn dấu thời gian (timestamp).
- **Ký số và chứng thực:** Hệ thống hỗ trợ ký số bằng **SIM PKI** hoặc **USB Token**, tuân thủ quy định pháp luật Việt Nam về giao dịch điện tử. Mỗi chữ ký đều gắn chứng thư số hợp lệ do tổ chức cung cấp dịch vụ chứng thực chữ ký số (CA) cấp.
- **Ghi nhật ký hệ thống (Audit Trail):** Mọi thao tác như tạo, chỉnh sửa, ký, phê duyệt hoặc tải xuống hợp đồng đều được ghi nhận đầy đủ trong nhật ký hệ thống, giúp truy vết và kiểm soát minh bạch.
- **Bảo vệ hạ tầng:** Hệ thống được triển khai trên nền tảng điện toán đám mây bảo mật cao, có tường lửa (firewall), cơ chế chống tấn công DDoS, và sao lưu dữ liệu định kỳ nhằm giảm thiểu rủi ro mất mát thông tin.

#### B. Phân quyền người dùng

Mobifone eContract hỗ trợ mô hình phân quyền chi tiết theo vai trò người dùng, đảm bảo mỗi cá nhân chỉ được phép truy cập và thao tác đúng với chức năng được cấp.

- **Quản trị hệ thống (Admin):** Có toàn quyền cấu hình hệ thống, tạo người dùng, phân quyền, thiết lập mẫu hợp đồng, và quản lý nhật ký hoạt động.
- **Người tạo hợp đồng (Creator):** Có quyền khởi tạo hợp đồng mới, chỉnh sửa nội dung trước khi ký, gán người ký, gửi yêu cầu ký, và theo dõi tiến trình ký.
- **Người ký (Signer):** Có quyền truy cập vào các hợp đồng được gán, xem nội dung, thực hiện ký theo hình thức được hỗ trợ (SIM PKI, USB Token, hoặc ký ảnh).
- **Người xem (Viewer):** Chỉ được phép xem nội dung hợp đồng đã hoàn tất hoặc được chia sẻ, không được chỉnh sửa hay ký.

#### C. Kiểm soát truy cập và giám sát

Ngoài cơ chế phân quyền, hệ thống còn có các tính năng kiểm soát truy cập nâng cao:

- Giới hạn truy cập theo địa chỉ IP hoặc thiết bị.
- Tự động khóa tài khoản sau nhiều lần đăng nhập sai liên tiếp.
- Gửi cảnh báo bảo mật qua email/SMS khi phát hiện hoạt động bất thường.
- Cho phép quản trị viên theo dõi nhật ký hoạt động theo thời gian thực.

Nhờ các biện pháp trên, hệ thống **Mobifone eContract** không chỉ đáp ứng yêu cầu pháp lý về an toàn giao dịch điện tử mà còn mang lại sự an tâm cho người dùng trong quá trình ký kết và lưu trữ hợp đồng số.

## VII. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Sau quá trình triển khai và vận hành, hệ thống **Mobifone eContract** đã mang lại nhiều kết quả tích cực, góp phần số hóa quy trình ký kết hợp đồng, nâng cao hiệu quả làm việc và giảm thiểu rủi ro cho doanh nghiệp cũng như khách hàng.

#### A. Hiệu quả nghiệp vụ

- **Tự động hóa quy trình ký kết:** Toàn bộ quá trình từ khâu tạo hợp đồng, gửi yêu cầu ký, ký số, đến lưu trữ được thực hiện trên môi trường số, giúp loại bỏ thao tác thủ công và giảm đáng kể thời gian xử lý.
- **Tiết kiệm thời gian và chi phí:** So với quy trình ký hợp đồng giấy truyền thống, hệ thống giúp rút ngắn thời gian ký từ vài ngày xuống chỉ còn vài phút, đồng thời loại bỏ chi phí in ấn, vận chuyển và lưu trữ hồ sơ.
- **Tăng tính minh bạch và kiểm soát:** Mọi giao dịch và thao tác đều được ghi nhận trong nhật ký hệ thống, cho phép tra cứu và kiểm tra lịch sử ký bất cứ lúc nào, đảm bảo tính minh bạch và trách nhiệm giữa các bên.
- **Đảm bảo tuân thủ pháp lý:** Các hợp đồng điện tử được ký trên Mobifone eContract đáp ứng đầy đủ các quy định của pháp luật Việt Nam về giao dịch điện tử, chữ ký số và lưu trữ dữ liệu.

#### B. Hiệu quả kỹ thuật

- **Hệ thống hoạt động ổn định:** Nền tảng được xây dựng theo kiến trúc dịch vụ web linh hoạt, khả năng mở rộng cao, đáp ứng nhu cầu sử dụng đồng thời của hàng nghìn người dùng.
- **Tích hợp đa nền tảng:** Người dùng có thể truy cập và ký hợp đồng trên cả trình duyệt web và ứng dụng di động (Android, iOS), giúp quá trình ký diễn ra mọi lúc, mọi nơi.
- **Đảm bảo an toàn dữ liệu:** Mọi dữ liệu hợp đồng được mã hóa và lưu trữ trên hạ tầng điện toán đám mây bảo mật cao của Mobifone, có khả năng sao lưu và phục hồi nhanh chóng khi cần thiết.
- **Tích hợp linh hoạt với hệ thống bên ngoài:** Hệ thống hỗ trợ kết nối API để đồng bộ thông tin hợp đồng với các hệ thống quản lý nội bộ khác như ERP, CRM hoặc DMS.

#### C. Hiệu quả quản lý và người dùng

- **Quản trị tập trung:** Toàn bộ hợp đồng và người dùng được quản lý trên một nền tảng thống nhất, dễ dàng phân quyền và kiểm soát truy cập.
- **Trải nghiệm người dùng thân thiện:** Giao diện trực quan, thao tác đơn giản giúp người dùng không cần kiến thức kỹ thuật vẫn có thể dễ dàng tạo và ký hợp đồng điện tử.
- **Hỗ trợ ra quyết định:** Hệ thống cung cấp các báo cáo, thống kê chi tiết về số lượng hợp đồng, trạng thái ký, thời gian xử lý, giúp nhà quản lý đánh giá hiệu quả hoạt động và tối ưu quy trình.



#### D. Tác động tổng thể

Nhờ các kết quả đạt được nêu trên, **Mobifone eContract** đã góp phần thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong doanh nghiệp, giảm thiểu giấy tờ hành chính, tăng tốc độ giao dịch và nâng cao trải nghiệm cho khách hàng. Hệ thống không chỉ là công cụ ký hợp đồng điện tử, mà còn là nền tảng hỗ trợ quản trị hợp đồng toàn diện, đáp ứng xu hướng số hóa hiện nay.

### VIII. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

#### A. Kết luận

Hệ thống **Mobifone eContract** đã được xây dựng và hoàn thiện với mục tiêu số hóa toàn bộ quy trình ký kết hợp đồng, giúp doanh nghiệp và khách hàng thực hiện giao dịch nhanh chóng, an toàn và hợp pháp.

Qua quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai, hệ thống đã đạt được các kết quả nổi bật:

- **Về mặt kỹ thuật:** Hệ thống được phát triển trên nền tảng công nghệ web hiện đại với kiến trúc 3 lớp (Frontend – Backend – Database). Frontend sử dụng **ReactJS** đảm bảo giao diện mượt mà, Backend sử dụng **Node.js + Express** xử lý nhanh và ổn định, Database sử dụng **SQLite/MySQL** lưu trữ dữ liệu an toàn. Cơ chế ký số USB Token và xác thực người dùng bằng **JWT** được triển khai đảm bảo độ tin cậy và bảo mật cao.
- **Về mặt nghiệp vụ:** Quy trình ký kết hợp đồng điện tử được tự động hóa hoàn toàn, từ khâu tạo hợp đồng, gửi yêu cầu, ký số đến lưu trữ. Hệ thống giúp giảm thiểu sai sót, tăng tốc độ xử lý và đảm bảo tính minh bạch trong giao dịch.
- **Về mặt người dùng:** Giao diện thân thiện, hỗ trợ đa thiết bị (máy tính, máy tính bảng, điện thoại). Người dùng có thể ký hợp đồng mọi lúc, mọi nơi. Các bước ký số được hướng dẫn rõ ràng, giảm thiểu lỗi thao tác.
- **Về mặt quản lý và bảo mật:** Hệ thống có cơ chế phân quyền chặt chẽ (Admin, Người ký, Người xem), ghi log toàn bộ hoạt động, mã hóa dữ liệu và lưu trữ an toàn theo tiêu chuẩn doanh nghiệp. Đảm bảo tính toàn vẹn, xác thực và không thể chối bỏ của hợp đồng điện tử.

Nhìn chung, hệ thống **Mobifone eContract** không chỉ đáp ứng các yêu cầu nghiệp vụ cốt lõi về ký kết hợp đồng điện tử mà còn góp phần thúc đẩy chuyển đổi số trong quản trị doanh nghiệp, tối ưu nguồn lực và tăng cường trải nghiệm khách hàng.

#### B. Hạn chế

Bên cạnh các kết quả đạt được, hệ thống vẫn còn một số điểm có thể cải thiện:

- **Chưa tích hợp đa dạng hình thức ký số:** Hiện mới hỗ trợ ký số qua USB Token. Chưa hỗ trợ ký từ xa (Remote Signing) hoặc ký OTP qua SMS/Email.
- **Chưa có ứng dụng di động riêng:** Hệ thống chủ yếu hoạt động trên trình duyệt web, chưa có ứng dụng native trên iOS/Android để tối ưu trải nghiệm.

- **Thông báo chưa real-time:** Người dùng cần tải lại trang để cập nhật trạng thái hợp đồng, chưa có cơ chế thông báo đẩy (push notification).
- **Tích hợp bên ngoài còn hạn chế:** Hệ thống chưa kết nối trực tiếp với các nền tảng quản lý khác như ERP, CRM hoặc lưu trữ đám mây doanh nghiệp.

#### C. Hướng phát triển

Để hoàn thiện hơn trong tương lai, hệ thống **Mobifone eContract** có thể được mở rộng và nâng cấp theo các hướng sau:

- **Tích hợp đa phương thức ký số:** Bổ sung các hình thức ký từ xa như *Remote Signing*, ký qua *Mobile App*, hoặc ký xác thực bằng OTP để linh hoạt hơn cho người dùng không có USB Token.
- **Phát triển ứng dụng di động:** Xây dựng ứng dụng riêng cho Android và iOS, hỗ trợ xem và ký hợp đồng trực tiếp, nhận thông báo đẩy real-time, và xác thực bằng sinh trắc học (vân tay, khuôn mặt).
- **Tăng cường bảo mật:** Bổ sung xác thực hai yếu tố (2FA), giám sát đăng nhập bất thường, mã hóa toàn bộ dữ liệu lưu trữ theo chuẩn AES-256.
- **Tích hợp hệ thống doanh nghiệp:** Mở rộng API để kết nối với ERP, CRM, và các phần mềm quản trị hợp đồng khác. Cho phép doanh nghiệp đồng bộ hóa dữ liệu tự động, tiết kiệm thời gian quản lý.
- **Phân tích dữ liệu và báo cáo thông minh:** Xây dựng dashboard trực quan thể hiện số lượng hợp đồng, thời gian xử lý, tỉ lệ hoàn thành, giúp nhà quản lý ra quyết định nhanh và chính xác.
- **Áp dụng công nghệ AI:** Tích hợp mô hình AI để tự động nhận dạng nội dung hợp đồng, trích xuất thông tin, phát hiện điểm bất thường hoặc điều khoản rủi ro.
- **Triển khai trên nền tảng Cloud:** Di chuyển hệ thống lên hạ tầng điện toán đám mây (AWS, Azure, Mobifone Cloud) để tăng khả năng mở rộng, đảm bảo tính sẵn sàng cao và giảm chi phí vận hành.
- **Blockchain hoá lưu trữ hợp đồng:** Nghiên cứu áp dụng công nghệ blockchain để lưu hash của hợp đồng, đảm bảo tính toàn vẹn, minh bạch và không thể sửa đổi.

Với những hướng phát triển trên, **Mobifone eContract** có thể trở thành một nền tảng ký kết và quản lý hợp đồng điện tử toàn diện, hiện đại, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của doanh nghiệp và người dùng trong thời đại chuyển đổi số.

#### LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn ThS. Lê Trung Hiếu và KS. Nguyễn Thái Khánh đã tận tình hướng dẫn em trong suốt quá trình thực đề tài. Em cũng xin cảm ơn Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Đại Nam đã tạo điều kiện để em hoàn thành đề tài chuyển đổi số này.

#### TÀI LIỆU

- [1] “React - A JavaScript library for building user interfaces,” Facebook Inc., 2024. [Online]. Available: <https://reactjs.org/>
- [2] “Express - Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js,” OpenJS Foundation, 2024. [Online]. Available: <https://expressjs.com/>

- [3] "TypeScript - JavaScript with syntax for types," Microsoft Corporation, 2024. [Online]. Available: <https://www.typescriptlang.org/>
- [4] "Tailwind CSS - A utility-first CSS framework," Tailwind Labs Inc., 2024. [Online]. Available: <https://tailwindcss.com/>
- [5] "SQLite," SQLite Development Team, 2024. [Online]. Available: <https://www.sqlite.org/>
- [6] "JSON Web Tokens - jwt.io," Auth0 Inc., 2024. [Online]. Available: <https://jwt.io/>
- [7] D. Gourley and B. Totty, "HTTP: The Definitive Guide," O'Reilly Media, 2002.
- [8] L. Richardson and S. Ruby, "RESTful Web Services," O'Reilly Media, 2007.
- [9] R. Wilson, "Node.js 8 the Right Way: Practical, Server-Side JavaScript That Scales," The Pragmatic Bookshelf, 2018.
- [10] A. Fedosejev, "React.js Essentials," Packt Publishing, 2015.
- [11] B. Cherny, "Programming TypeScript: Making Your JavaScript Applications Scale," O'Reilly Media, 2019.
- [12] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software," Addison-Wesley, 1994.
- [13] M. Jackson and R. Florence, "React Router Documentation," React Training, 2024. [Online]. Available: <https://reactrouter.com/>
- [14] D. Herron, "Node.js Web Development," 5th ed., Packt Publishing, 2020.
- [15] J. A. Kreibich, "Using SQLite," O'Reilly Media, 2010.
- [16] N. Provos and D. Mazières, "A Future-Adaptable Password Scheme," in Proceedings of the 1999 USENIX Annual Technical Conference, 1999, pp. 81-91.
- [17] E. Len Bass, P. Clements, and R. Kazman, "Software Architecture in Practice," 3rd ed., Addison-Wesley Professional, 2012.
- [18] C. J. Date, "An Introduction to Database Systems," 8th ed., Addison-Wesley, 2003.
- [19] W. G. J. Halfond, J. Viegas, and A. Orso, "A Classification of SQL Injection Attacks and Countermeasures," in Proceedings of the IEEE International Symposium on Secure Software Engineering, 2006, pp. 13-15.
- [20] OWASP Foundation, "Cross Site Scripting (XSS)," OWASP Top Ten Project, 2021. [Online]. Available: <https://owasp.org/www-community/attacks/xss/>
- [21] M. Fowler, "Patterns of Enterprise Application Architecture," Addison-Wesley, 2002.
- [22] E. Evans, "Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software," Addison-Wesley Professional, 2003.
- [23] S. Newman, "Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems," 2nd ed., O'Reilly Media, 2021.
- [24] A. Tanenbaum and M. van Steen, "Distributed Systems: Principles and Paradigms," 2nd ed., Prentice Hall, 2006.
- [25] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, "Deep Learning," MIT Press, 2016.