



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,  
TELEKOMUNIKACJI I INFORMATYKI



Imię i nazwisko studenta: Adrianna Piekarska  
Nr albumu: 165152  
Studia pierwszego stopnia  
Forma studiów: stacjonarne  
Kierunek studiów: Informatyka  
Profil: Architektura systemów komputerowych

Imię i nazwisko studenta: Grzegorz Wąs  
Nr albumu: 165464  
Studia pierwszego stopnia  
Forma studiów: stacjonarne  
Kierunek studiów: Informatyka  
Profil: Inteligentne systemy interaktywne

## PROJEKT DYPLOMOWY INŻYNIERSKI

Tytuł projektu w języku polskim: Bezprzewodowy system dostępu do pomieszczeń

Tytuł projektu w języku angielskim: Wireless access control system

Potwierdzenie przyjęcia projektu	
Opiekun projektu	Kierownik Katedry/Zakładu (pozostawić właściwe)
<i>podpis</i>	<i>podpis</i>
dr inż. Tomasz Dziubich	

Data oddania projektu do dziekanatu:

## Streszczenie

Systemy wykorzystujące urządzenia elektroniczne od wielu lat stosowane są we wszystkich dziedzinach ludzkiego życia. Rozwój technologii bezprzewodowych oraz postępująca miniaturyzacja urządzeń elektronicznych sprawiają, że stosowane systemy są nowocześniejsze, bezpieczniejsze i wydajniejsze. Jedną z dziedzin, w których szeroko stosowane są tego typu systemy, jest zapewnienie bezpieczeństwa ludziom oraz mieniu. Niniejsza praca opisuje bezprzewodowy system dostępu do pomieszczeń. Omawia architekturę rozwiązania z uwzględnieniem poszczególnych komponentów, przedstawia ciekawe aspekty realizacji projektu oraz jego rezultaty. Ponadto, prezentuje zagadnienia związane z bezpieczeństwem oraz wydajnością energetyczną bezprzewodowych systemów opartych na mikrokontrolerach.

**Słowa kluczowe:** zamek elektroniczny, mikrokontroler, kontrola dostępu, WiFi, RFID, sieć bezprzewodowa, autoryzacja

**Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD:**

## Abstract

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

**Keywords:**

# Spis treści

<b>Spis rysunków</b>	<b>5</b>
<b>Spis tablic</b>	<b>6</b>
<b>1 Wstęp i cel pracy</b>	<b>8</b>
1.1 Struktura pracy . . . . .	9
<b>2 Dziedzina problemu</b>	<b>10</b>
2.1 Kontrola dostępu . . . . .	10
2.1.1 Poświadczenie tożsamości . . . . .	10
2.1.2 Czytniki . . . . .	10
2.1.3 Kontrolery . . . . .	11
2.1.4 Urządzenia wyjściowe . . . . .	11
2.1.5 Oprogramowanie . . . . .	11
2.1.6 Zasada działania . . . . .	12
2.2 Przegląd dostępnych rozwiązań . . . . .	12
2.3 Przyjęte założenia . . . . .	13
2.3.1 Bezpieczeństwo . . . . .	13
2.3.2 Uproszczenia . . . . .	13
<b>3 Projekt rozwiązania</b>	<b>14</b>
3.1 Architektura systemu . . . . .	14
3.1.1 Komponent sterujący zamkiem . . . . .	15
3.1.2 Serwer główny . . . . .	15
3.1.3 Komunikacja . . . . .	15
3.1.4 Architektura mikrokontrolera . . . . .	15
3.2 Zasada działania . . . . .	15
<b>4 Implementacja</b>	<b>17</b>
4.1 Uproszczenia . . . . .	17
4.2 Układ sterowania zamkiem . . . . .	17
4.2.1 Oprogramowanie . . . . .	17

4.2.2	Przepływ sterowania . . . . .	18
4.3	Serwer Autoryzacji . . . . .	19
4.4	Wykorzystane technologie . . . . .	19
4.4.1	ESP32 . . . . .	19
4.4.2	Czytnik RFID . . . . .	19
4.4.3	Czujnik Zbliżeniowy . . . . .	20
4.5	Problemy . . . . .	20
4.6	Możliwe usprawnienia . . . . .	20
<b>Bibliografia</b>		<b>21</b>

# Spis rysunków

3.1	Architektura systemu . . . . .	14
3.2	Diagram sekwencji . . . . .	16

## **Spis tablic**

## Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

Pojęcie	Wyjaśnienie
Punkt dostępu	Fizyczne zabezpieczenie chroniące przed nieuprawnionym dostępem, przykładowo: zamek, bramka
RFID	Technologia wykorzystująca fale radiowe w celu przesyłania danych (ang. Radio-frequency identification)
Karta	Karta zbliżeniowa RFID. Inne określenia: identyfikator, token
Kontroler	Komponent odpowiedzialny za zarządzanie układem zamka

# Rozdział 1

## Wstęp i cel pracy

Zapewnienie bezpieczeństwa przestrzeni użytkowych i osób z nich korzystających stanowi kluczowy aspekt zarządzania obiektami zarówno publicznymi, jak i prywatnymi. Podstawowym celem infrastruktury bezpieczeństwa obiektów użytkowych powinna być ochrona jej użytkowników wraz z przestrzenią i mieniem. Dzięki jej zastosowaniu bezpieczeństwo osób przebywających na terenie obiektu rośnie, a ryzyko kradzieży lub zniszczenia mienia przez niepowołane osoby spada. Najbardziej podstawowym sposobem kontroli dostępu do pomieszczeń są zabezpieczenia mechaniczne. Jednak ze względu na postępujący rozwój technologiczny, w obecnych czasach coraz częściej stosowane są systemy oparte na uwierzytelnianiu elektronicznym.

Elektroniczny system kontroli dostępu do pomieszczeń na poziomie funkcjonalnym składa się z kluczy i punktów dostępu. Pod względem celu i ogólnych zasad działania, elektroniczny system nie różni się od swojego tradycyjnego odpowiednika. Nadrzędnym celem jest autoryzacja prób dostępu na podstawie kluczy w taki sposób, aby dostęp został przyznany tylko osobie posiadającej powiązany z danym punktem dostępu klucz.

Przewagę systemów opartych na urządzeniach elektronicznych nad systemami czysto mechanicznymi stanowią cechy takie jak łatwość obsługi czy możliwość zdalnego zarządzania oraz zbierania danych i monitorowania prób dostępu w celu późniejszej analizy.

Celem niniejszej pracy jest projekt oraz implementacja systemu dostępu do pomieszczeń z wykorzystaniem technologii takich jak WiFi oraz RFID (ang. Radio-frequency identification), w którym podmiotem odpowiedzialnym za autoryzację prób dostępu jest serwer, a komunikacja pomiędzy podsystemem sterowania zamkiem a podsystemem autoryzacji jest realizowana bezprzewodowo. Może on znaleźć zastosowanie jako łatwy w instalacji i obsłudze, lekki i wydajny system dla małych i średnich obiektów.

Dzięki wykorzystaniu zdalnego serwera do przeprowadzenia procesu uwierzytelniania system zapewnia większą elastyczność i łatwość zarządzania niż alternatywne systemy wykorzystujące zamki pracujące w sposób autonomiczny. Informacje o uprawnieniach przechowywane są w centralnej bazie danych, znajdującej się na serwerze, którą można w prosty sposób zarządzać z poziomu aplikacji internetowej.



Rozwiązanie cechuje się wygodą montażu, ponieważ nie wymaga przewodów zasilających i komunikacyjnych prowadzonych w ścianach budynków. Przy wdrażaniu rozwiązania nie jest konieczna modyfikacja istniejącej infrastruktury budynku, z wyjątkiem wymiany samych zamków. System nie wymaga żadnych dodatkowych komponentów sprzętowych poza zamkami i serwerem. Do poprawnego działania systemu potrzebna jest sieć WiFi. Założono, że wykorzystana sieć nie musi być bezpieczna.

Bezpieczeństwo systemu na wielu poziomach zapewnia wykorzystanie mechanizmów takich jak TLS (ang. Transport Layer Security) w warstwie komunikacji pomiędzy zamkiem a serwerem czy szyfrowanie pamięci Flash w warstwie operacji na danych w mikroprocesorze w układzie zamka.

Wydajność energetyczna podsystemu sterowania zamkiem została osiągnięta przez zarządzanie zasilaniem jego peryferiów oraz kontrolę stanu zasilania mikrokontrolera w celu minimalizacji poboru mocy i maksymalizacji czasu pracy na zasilaniu bateryjnym.

## 1.1 Struktura pracy

Rozdział 2 pokrótce przedstawia dziedzinę problemu, przywołuje najważniejsze definicje związane z tematem oraz ogólny opis działania systemów kontroli dostępu. Dokonuje także przedstawienia oraz porównania kilku istniejących na rynku rozwiązań.

Rozdział 3 prezentuje projekt rozwiązania.

W ramach pracy zaimplementowany został prototyp rozwiązania. Możliwe modyfikacje i rozszerzenia rozwiązania zaprezentowane są w **jakims tam** rozdziale.

## Rozdział 2

# Dziedzina problemu

[tu cos tam ogolnego]

Systemy kontroli dostępu stanowią kluczowy aspekt infrastruktury bezpieczeństwa. Wprowadzane są z różnych powodów oraz w różnych celach. Niniejszy rozdział krótko opisuje dziedzinę problemu w oderwaniu od szczegółów technicznych przygotowanego w ramach pracy rozwiązania. Przedstawia również porównanie niektórych z obecnie dostępnych na rynku systemów kontroli dostępu.

### 2.1 Kontrola dostępu

Kontrola dostępu to środki mające na celu zapewnienie, że do zasobów systemu przetwarzania danych mogą mieć dostęp tylko uprawnione jednostki w uprawniony sposób [1]. **czy ta norma jest aktualna wgl?**

British Security Industry Association wyodrębnia kilka komponentów składających się na system kontroli dostępu [2]. Poniżej przedstawiono wybrane komponenty, które mają zastosowanie lub są powiązane z opisywanym systemem.

#### 2.1.1 Poświadczenie tożsamości

Poświadczenie tożsamości (ang. credentials) to fizyczny lub materialny obiekt, element wiedzy lub cecha biometryczna umożliwiająca uzyskanie dostępu do kontrolowanej strefy. Najczęściej jako poświadczenie tożsamości stosuje się kody, np. PIN (ang. Personal Identification Number, osobisty numer identyfikacyjny), tokeny (karty, urządzenia mobilne itp.) oraz dane biometryczne. [2]

#### 2.1.2 Czytniki

British Security Industry Association terminem „czytniki” (ang. readers) nazywa urządzenia odpowiedzialne za kontrolę dostępu. W poniższym podpunkcie dla uproszczenia zachowano tę no-

menklaturę. W innych częściach niniejszej pracy termin „czytnik” używany jest w znaczeniu urządzenia odpowiedzialnego za odczyt danych z nośnika. **czy tak może być?**

Czytniki mogą pracować samodzielnie. Wyposażone są wówczas w urządzenia wejścia/wyjścia niezbędne do zarządzania zamkiem oraz pamięć i moc obliczeniową niezbędne do autonomicznego podejmowania decyzji. Zazwyczaj wyposażone są w uniwersalny kod umożliwiający uzyskanie dostępu każdemu kto wejdzie w jego posiadanie. [2]

Czytniki mogą też pracować pod kontrolą innego urządzenia. Odczytane z nośnika dane poświadczające tożsamość przekazują do nadrzędnego urządzenia zwanego kontrolerem. [2]

Istnieją również czytniki łączące funkcjonalność zarówno czytnika jak i kontrolera w jednym urządzeniu. Posiadają one lokalną kopię bazy danych, na podstawie której podejmowana jest decyzja o przyznaniu lub odmowie dostępu. [2]

Tzw. czytniki offline (ang. offline readers) różnią się od zwykłych czytników łączących funkcjonalności czytnika i kontrolera tym, iż nie przechowują kopii bazy danych. W tym przypadku to nośnik danych (karta) zawiera informacje o tym, które zamki może otworzyć. Czytnik offline analizuje te dane i na ich podstawie podejmuje stosowną decyzję o podjęciu lub odmowie dostępu. [2]

Czytniki online (ang. online readers) także nie przechowują kopii bazy danych. Decyzja o przyznaniu lub odmowie dostępu jest w ich przypadku podejmowana przez podłączony komputer, który przesyła odpowiednią komendę po udanej autentykacji. [2]

### 2.1.3 Kontrolery

W rozwiązaniach sieciowych czytniki mogą być podłączone do kontrolera, który przechowuje informacje niezbędne do podjęcia decyzji o przyznaniu bądź odmowie dostępu. [2]

### 2.1.4 Urządzenia wyjściowe

Urządzenia wyjściowe (ang. egress devices) umożliwiają użytkownikowi opuszczenie strefy chronionej od wewnątrz. Jako urządzenia wyjściowe najczęściej używa się przełączników, czujników ruchu lub czytników. Według British Security Industry Association urządzenia wyjściowe można podzielić je na zwykłe oraz awaryjne (ang. emergency egress), przy czym, ze względu na krytyczne znaczenie w wypadku awarii, działanie tych drugich nie powinno zależeć od komponentów systemu (kontrolera systemu, oprogramowania itp.). Jako urządzenie awaryjne często stosuje się tzw. **green break glass device**, którego uaktywnienie powoduje odcięcie zasilania w zamku, a tym samym wstrzymanie kontroli dostępu w danym punkcie. Dostęp uzyskany za pomocą tego urządzenia powinien wygenerować stosowne powiadomienie bądź alarm. [2]

### 2.1.5 Oprogramowanie

W zależności od potrzeb, może być to samodzielny program zainstalowany na komputerze osobistym bądź złożone i bezpieczne oprogramowanie zainstalowane na serwerze. Często opiera się na rozwiązaniach webowych lub mobilnych, umożliwiając dostęp z dowolnego urządzenia. [2]

### 2.1.6 Zasada działania

British Security Industry Association w następujący sposób przedstawia sposób działania systemów kontroli dostępu:

W systemie on-line, w momencie gdy poświadczenie tożsamości zostaje przedstawione czytelnikowi, informacja przesyłana jest do kontrolera. Kontroler porównuje otrzymane dane z listą autoryzowanych użytkowników w bazie danych. Jeżeli przedstawione dane znajdują się w bazie, kontroler wysyła sygnał otwarcia zamka. Sygnał wysyłany jest do czytnika w celu wizualnego lub dźwiękowego powiadomienia użytkownika o podjętej decyzji. [2]

W systemie off-line, w momencie gdy poświadczenie tożsamości zostaje przedstawione czytelnikowi, czytnik dokonuje sprawdzenia, czy dostęp powinien zostać przyznany. Jeżeli tak, czytnik zezwala na dostęp i aktualizuje przedstawiony nośnik danych poświadczających tożsamość. W momencie zaprezentowania tego samego nośnika w czytniku wyposażonym w kontroler dane na temat dostępów zostaną zanotowane w systemie, a sam nośnik może zostać zaktualizowany o zmiany w prawach dostępu, jeśli takie nastąpiły. [2]

W większości przypadków tylko wejście podlega kontroli. Aby możliwa była również kontrola wyjścia z chronionego terenu, potrzebny jest drugi czytnik umieszczony po drugiej stronie drzwi. Jeżeli obustronna kontrola nie jest wymagana, stosuje się zazwyczaj przycisk umożliwiający otwarcie zamka od środka. [2]

W przypadku, gdy system kontroli dostępu nie funkcjonuje odpowiednio (np. z powodu braku zasilania), stosuje się tzw. **green break glass device**. [2]

## 2.2 Przegląd dostępnych rozwiązań

Obecnie stosowane rozwiązania różnią się od siebie pod wieloma względami. W mniej wymagających systemach często stosuje się rozwiązania oparte są na architekturze rozproszonej **potrzebne źródło**. W rozwiązaniach tego typu urządzenia kontrolujące zamki pracują w sposób autonomiczny. Oznacza to, iż cały proces uwierzytelniania dokonywany jest przez oprogramowanie mikroprocesora obsługującego zamek. Rozwiązanie to jest wątpliwe pod względem bezpieczeństwa, ponieważ baza danych zawierająca klucze otwierające zamek znajduje się w pamięci mikrokontrolera. Jest wysoce prawdopodobne, że jednym z tych kluczy jest tzw. klucz generalny (ang. Master Key), otwierający również inne zamki.

Na rynku dostępne są także rozwiązania sieciowe, bądź też takie, które umożliwiają konfigurację urządzeń w tryb zarówno autonomiczny, jak i sieciowy. Rozwiązania sieciowe charakteryzują się znacznym stopniem skomplikowania, zarówno pod względem architektonicznym (ilość i rodzaj potrzebnych komponentów sprzętowych) [3], jak i konfiguracyjnym (trudność instalacji, konieczność modyfikacji istniejącej infrastruktury). Mogą oferować oddzielenie funkcjonalności czytnika dostępu od kontrolera, umożliwiając obsługę do kilkunastu czytników za pomocą jednego urządzenia kontrolującego [3]. Mimo możliwości dołączenia do kontrolera zamków bezprzewodowych,

działanie całego systemu wciąż pozostaje uzależnione od komunikacji przewodowej.

Ze względu na ilość komponentów sprzętowych, istniejące rozwiązania są drogie.

## **2.3 Przyjęte założenia**

### **2.3.1 Bezpieczeństwo**

### **2.3.2 Uproszczenia**

prototyp działa z jednym zamkiem, otwieranie zamka to 1 na wyjściu itp

## Rozdział 3

# Projekt rozwiązania

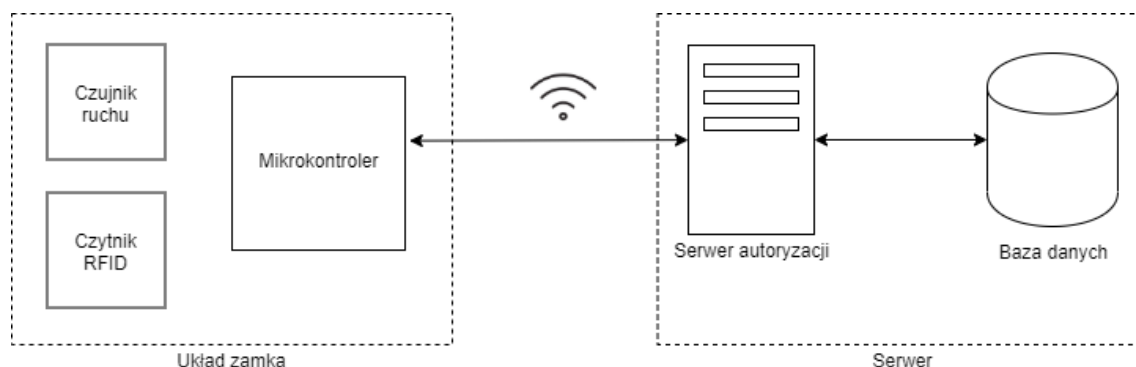
Niniejszy rozdział opisuje projekt rozwiązania.

### 3.1 Architektura systemu

Ze względu na pełnione funkcje można wyodrębnić odrębne podsystemy. Są to:

1. Podsystem sterowania zamkiem,
2. Podsystem autoryzacji,
3. Podsystem zarządzania.

System składa się z dwóch głównych komponentów sprzętowych. Są to komponent sterujący zamkiem (inaczej: kontroler, układ zamka) oraz serwer główny. Komponenty te zostały krótko omówione w kolejnych punktach. Ogólna sprzętowa architektura systemu przedstawiona została na rysunku 3.1.



Rysunek 3.1: Architektura systemu

### 3.1.1 Komponent sterujący zamkiem

Komponent kontrolera składa się z mikrokontrolera ESP32 (**czy nawet płytki nie wiem jak to napisac**), czujnika ruchu oraz czytnika RFID. Mikrokontroler odpowiada za sterowanie peryferiami, zarządza ich zasilaniem, inicjuje i przeprowadza bezprzewodową komunikację z serwerem i steruje samym zamkiem na podstawie otrzymanych od serwera danych.

**tutaj obrazek z układem kontrolera**

### 3.1.2 Serwer główny

W ramach komponentu serwera działają dwa podsystemy funkcjonalne: podsystem autoryzacji, odpowiedzialny za podjęcie decyzji o przyznaniu lub odmowie dostępu na podstawie danych odebranych od podsystemu sterowania zamkiem, oraz podsystem zarządzania, odpowiedzialny za zbieranie oraz prezentację danych użytkownikowi.

Częścią serwera jest baza danych. Nie jest jednak konieczne, aby pozostawała ona fizycznie na tej samej maszynie.

#### Podsystem autoryzacji

Zadaniem podsystemu autoryzacji jest podjęcie decyzji o przyznaniu bądź odmowie dostępu na podstawie otrzymanych danych.

#### Podsystem zarządzania

Zadaniem podsystemu zarządzania jest umożliwienie użytkownikowi systemu wglądu do danych takich jak historia prób dostępu, zbiór zamków, kart oraz powiązań między nimi, oraz stan poszczególnych zamków.

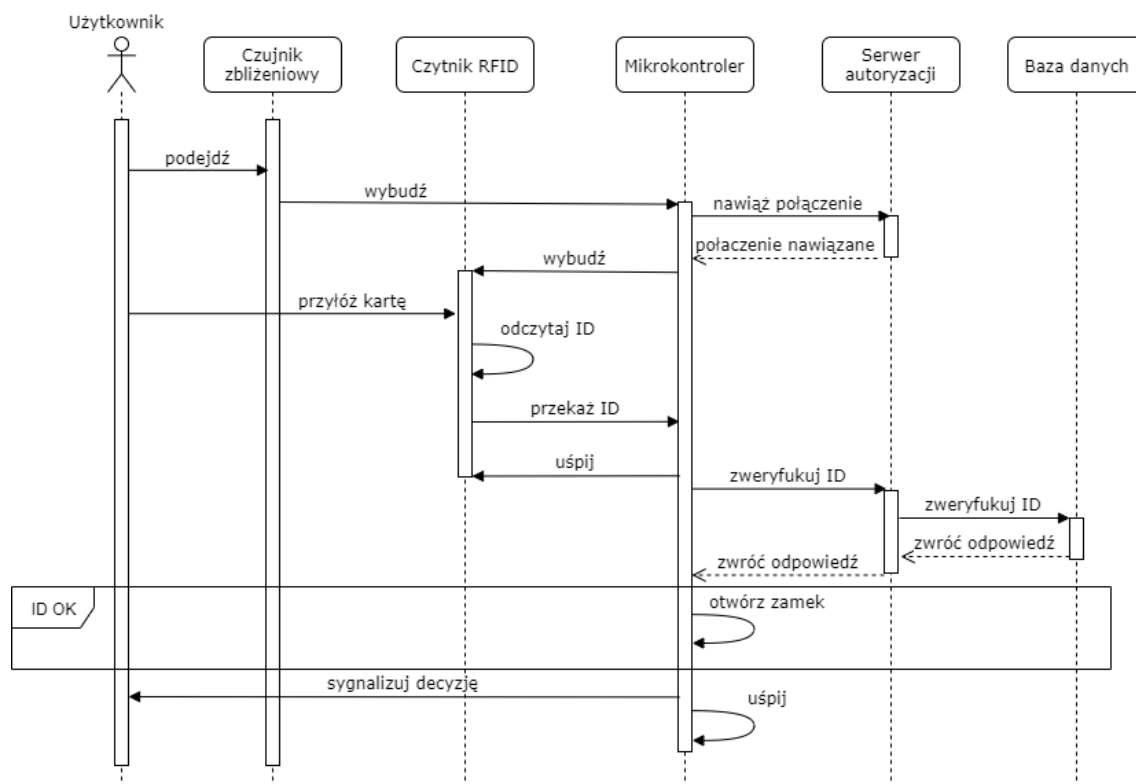
### 3.1.3 Komunikacja

Komunikacja między kontrolerem a serwerem - wifi itd

### 3.1.4 Architektura mikrokontrolera

## 3.2 Zasada działania

Kontroler wbudowany w zamek pozostaje uśpiony do momentu wykrycia ruchu w pobliżu przez wbudowany czujnik ruchu. Po wybudzeniu nawiązuje bezpieczne połączenie z serwerem autoryzacji, jednocześnie zasilając czytnik RFID oraz oczekując na zbliżenie do niego karty. Gdy karta zostanie zbliżona, kontroler przesyła odczytany z niej numer identyfikacyjny do serwera, korzystając z nawiązanego wcześniej połączenia. Serwer podejmuje decyzję, którą jest przyznanie bądź



Rysunek 3.2: Diagram sekwencji

odmowa dostępu, porównując odebrany numer identyfikacyjny z zawartością bazy danych, a następnie przesyła informację zwrotną do kontrolera. Jeżeli podjęto decyzję o przyznaniu dostępu, kontroler wysyła sygnał otwarcia zamka oraz sygnalizuje powodzenie za pomocą diody LED. Jeżeli podjęto decyzję o odmowie dostępu, kontroler sygnalizuje niepowodzenie za pomocą diody LED. Diagram sekwencji przedstawiony jest na rysunku 3.2.



## Rozdział 4

# Implementacja

### 4.1 Uproszczenia

W ramach niniejszej pracy stworzony został prototyp końcowego rozwiązania. Niektóre z opisywanych w rozdziale 3 funkcjonalności nie zostały zaimplementowane. Zostawiono jednak możliwość rozbudowy systemu.

Opisywane rozwiązanie nie obejmuje implementacji mechanizmu opuszczenia strefy chronionej systemem kontroli dostępu. W zależności od potrzeb końcowego użytkownika, możliwe rozwiązanie to montaż analogicznego układu czytnika i kontrolera po przeciwnej stronie drzwi w przypadku gdy wymagana jest obustronna kontrola dostępu bądź zastosowanie przycisku którego naciśnięcie powoduje zwolnienie zamka w przypadku gdy wymagana jest tylko kontrola wejścia do chronionego obszaru.

W sytuacjach awaryjnych, jakimi jest brak zasilania bądź brak połączenia z serwerem **wymyslic co**. Szczegółowy opis tych zagadnień znajduje się **gdziee?**.

Implementacja prototypu obejmowała stworzenie pojedynczego układu zamka. Ze względu na prototypowy charakter pracy, nie przetestowano działania systemu z większą liczbą zamków. Nie ma jednak powodów by twierdzić, że system nie działałby poprawnie z większą liczbą zamków. Wystarczającym rozszerzeniem byłaby modyfikacja oprogramowania serwera umożliwiająca obsługę kilku klientów jednocześnie. **czy to pisac?**

### 4.2 Układ sterowania zamkiem

Zadaniem układu sterowania zamkiem jest wykrycie próby dostępu na podstawie sygnalizacji czujnika zbliżeniowego, odczyt klucza dostępu oraz realizacja bezpiecznej komunikacji z serwerem w celu uwierzytelnienia próby dostępu.

#### 4.2.1 Oprogramowanie

Kod podzielony jest na komponenty o zadanych funkcjonalnościach:

1. komponent główny (*main*): odpowiedzialny za rozróżnienie rodzajów uruchomienia (pierwsze uruchomienie lub wybudzenie z uśpienia), wywołanie odpowiedniej procedury komponentu flow-controller oraz uśpienie układu po jej zakończeniu
2. komponent RFID: odpowiedzialny za inicjalizację czytnika MFRC522, wykrywanie i odczyt karty oraz sygnalizację zdarzeń związanych z odczytem kluczy dostępu do pomieszczeń
3. komponent WiFi: odpowiedzialny za realizację komunikacji bezprzewodowej z serwerem. Obsługuje transmisje wychodzące i przychodzące wraz z opcjonalnym zestawieniem bezpiecznego kanału komunikacji, korzystając z TLS
4. komponent sterujący (*flow-controller*): odpowiedzialny za kontrolę przepływu sterowania, aktywowanie poszczególnych komponentów w

cos o logach

## 4.2.2 Przepływ sterowania

### Pierwsze uruchomienie

Przy pierwszym uruchomieniu zamka, które następuje automatycznie po podłączeniu zasilania do układu, wykonywana jest procedura przejścia w stan głębokiego uśpienia (Deep-sleep mode) **przejście w tryb konfiguracji?** W tym celu jako sposób wybudzenia konfigurowany jest tryb EXT0 (External Wakeup 0). Tryb ten wymusza aby po przejściu w stan uśpienia podtrzymane zostało zasilanie peryferiów RTC (*ang. Real-Time Clock*, zegar czasu rzeczywistego) [4], co z kolei pozwala na konfigurację źródła wybudzającego przerwanie zewnętrznego jako wybranego wejścia RTC GPIO (*ang. General-Purpose Input/Output*, Wejście-wyjście ogólnego przeznaczenia). W projekcie w tym celu wykorzystany został pin nr 26. Ze względu na charakterystykę wykorzystanego źródła przerwania (pasywny czujnik zbliżeniowy), konieczne było zastosowanie trybu pulldown **dlaczego?** dla wspomnianego wyżej wejścia. Po konfiguracji źródła przerwania układ zostaje wprowadzony w stan uśpienia.

### Wybudzenie z głębokiego uśpienia

Po wybudzeniu z uśpienia **w jakiej sytuacji** następuje inicjalizacja systemu obsługi zdarzeń. Wszystkie zdarzenia w oprogramowaniu zamka realizowane są przez grupę zdarzeń, mechanizm zapewniany przez system operacyjny czasu rzeczywistego FreeRTOS.

W celu realizacji komunikacji bezprzewodowej wykonywana jest procedura uruchomienia komponentu WiFi **konfiguracja WiFi pobierana z nvflash**, co wiąże się z próbą połączenia z określonym z góry serwerem **sprecyzować gdzie jest określony serwer** w wybranej sieci. W przypadku niepowodzenia kontroler zostaje uśpiony. **Tutaj dać pseudokod klienta wifi i uszczegółwić** Ze względu na restrykcyjne wymagania dotyczące czasu trwania procesu zestawiania połączenia z serwerem, system stosuje przetwarzanie współbieżne z wykorzystaniem dwóch głównych wątków.

## 4.3 Serwer Autoryzacji

## 4.4 Wykorzystane technologie

### 4.4.1 ESP32

ESP32-DevKitC jest produkowaną przez firmę Espressif platformą deweloperską bazującą na module ESP32-WROOM-32D. Sercem modułu jest układ z rodziny ESP32 (ESP32-D0WD) wyposażony w CPU o dwóch rdzeniach, z których każdy może być kontrolowany niezależnie [5]. Moduł integruje Bluetooth, Bluetooth Low Energy oraz WiFi, a także szeroki zakres peryferiów: czujniki dotyku, czujniki pola magnetycznego, interfejs karty SD, Ethernet, SPI (ang. Serial Peripheral Interface), UART (ang. Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), I<sup>2</sup>S (ang. Inter-IC Sound) i I<sup>2</sup>C (ang. Inter-Integrated Circuit) [5].

ESP32 oferuje efektywną i elastyczną technologię zarządzania energią. Istnieje pięć predefiniowanych stanów energetycznych:

1. Active mode: Aktywny CPU wraz z chipem radiowym umożliwiając bezprzewodową transmisję
2. Modem-sleep mode: Aktywny CPU z konfigurowalnym zegarem. Chip radiowy w tym trybie pozostaje wyłączony
3. Light-sleep mode: Uśpiony CPU. Pamięć i peryferia RTC wraz z koprocesorem ULP pozostają aktywne. Jakiegokolwiek zdarzenia wybudzające (MAC, host, timer RTC i zewnętrzne przerwania) doprowadzą do wybudzenia chipu.
4. Deep-sleep mode: Tylko pamięć i peryferia RTC pozostają zasilone. Dane dotyczące połączeń Wi-Fi i Bluetooth zostają przechowane w pamięci RTC. Opcjonalnie dostępny jest koprocesor ULP.
5. Hibernation mode: Wewnętrzny rezonator kwarcowy o częstotliwości 8-MHz wraz z koprocesorem ULP zostają wyłączone. Również pamięć RTC jest wyłączona. Wybudzenie możliwe jest tylko poprzez timer RTC lub predefiniowane wejścia RTC GPIO.

Dodatkowo umożliwia korzystanie z niskoenergetycznego koprocesora Ultra-Low-Power (ang. ULP co-processor), podczas gdy główne jednostki pozostają w trybie głębokiego uśpienia (ang. Deep-sleep mode). [6] W celu minimalizacji poboru prądu, układ w stanie bezczynności zostaje wprowadzony w stan głębokiego uśpienia.

### 4.4.2 Czytnik RFID

Do realizacji komunikacji w standardzie RFID High Frequency (13,56 MHz) wykorzystany został zintegrowany odbiornik/nadajnik MFRC522 produkowany przez firmę NXP Semiconductors, umożliwiający bezprzewodową komunikację z kartami zgodnymi ze standardem ISO/IEC 14443

A/MIFARE. Układ wspiera komunikację poprzez interfejsy SPI, UART oraz I<sup>2</sup>C (ang. Inter-Integrated Circuit) [7]. Rozwiązanie to zostało wybrane ze względu na jego powszechne zastosowanie w układach realizujących komunikację przez RFID jak i przez wsparcie interfejsów komunikacji obsługiwanych również przez zastosowany kontroler.

#### **4.4.3 Czujnik Zbliżeniowy**

### **4.5 Problemy**

Konfiguracja WiFi? Sygnalizacja stanu baterii? Bezpieczeństwo komunikacji zarządzanie stanami energetycznymi Enkrypcja flash można coś z technical reference manual

### **4.6 Możliwe usprawnienia**

Dane dostępu do sieci zostały zagnieżdżone w oprogramowaniu kontrolera. Zmniejsza to elastyczność konfiguracji urządzenia, wymagając przeprogramowania urządzenia za każdym razem gdy zmiana ulegnie nazwa lub klucz dostępu do sieci. Możliwym rozwiązaniem byłoby przejście kontrolera w tryb access point przy pierwszym uruchomieniu. W ten sposób kontroler, działając w charakterze serwera http udostępniałby interfejs umożliwiający konfigurację zamka. Mechanizm byłby wykorzystywany w celu zapisania w pamięci danych dostępu do sieci wifi.

# Bibliografia

- [1] Polski Komitet Normalizacyjny, *Technika informatyczna. Zabezpieczenia w systemach informatycznych. Terminologia*, Marzec 2002.
- [2] British Security Industry Association, *A specifier's guide to access control systems*, Kwiecień 2016.
- [3] Roger sp. z o.o. sp. k., *Przewodnik po systemie RACS 5. v5.3* (dostęp 20.10.2019).
- [4] Espressif Systems, *ESP32 Api Reference*, 2019. (rewizja a45e9985).
- [5] Espressif Systems, *ESP32-WROOM-32D & ESP32-WROOM-32U Datasheet*, 2018. Version 1.7.
- [6] Espressif Systems, *ESP32 Technical Reference Manual*, 2018. Version 4.0.
- [7] NXP Semiconductors, *MDRC522 Product Datasheet*, 2016. Version 3.9.