

Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki

Praca dyplomowa inżynierska

na kierunku Elektronika i Telekomunikacja
w specjalności Inżynieria Komputerowa

Dedykowany system komunikacji z wykorzystaniem
protokołu Lora

Emil Michalik

Numer albumu 280293

promotor

dr inż. Marek Niewiński

WARSZAWA 2024

Dedykowany system komunikacji z wykorzystaniem protokołu Lora

Streszczenie. Niniejsza praca dotyczy konstrukcji dedykowanego systemu komunikacji z wykorzystaniem protokołu Lora. Do zakresu pracy należało wykonanie oraz przetestowanie systemu, który służył do komunikacji przy użyciu aplikacji na smartfon z systemem Android - napisanej w języku programowania Kotlin, jak i urządzenia zewnętrznego czyli mikro-kontrolera w dedykowanej obudowie wraz z modułem dającym możliwość do komunikacji przy użyciu protokołu Lora, w paśmie poniżej 1 GHz.

Słowa kluczowe: raspberry pico, lora, mikro-kontroler, android, kotlin, micropython

Dedicated communication system using Lora protocol

Abstract. This Engineering Thesis concerns the construction of a dedicated communication system using the Lora protocol. The scope of work refers to building and testing a system, which enables user to communicate using application on the smartphone with Android operating system - written in Kotlin programming language, and also device in dedicated case with module which allows to communicate using the Lora protocol in the frequency lower than 1 Ghz.

Keywords: raspberry pico, lora, micro-controller, android, kotlin, micropython



.....
miejscowość i data

.....
imię i nazwisko studenta

.....
numer albumu

.....
kierunek studiów

OŚWIADCZENIE

Świadomy/-a odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie, pod opieką kierującego pracą dyplomową.

Jednocześnie oświadczam, że:

- niniejsza praca dyplomowa nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- niniejsza praca dyplomowa nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony,
- niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadawaniem dyplomów lub tytułów zawodowych,
- wszystkie informacje umieszczone w niniejszej pracy, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami,
- znam regulacje prawne Politechniki Warszawskiej w sprawie zarządzania prawami autorskimi i prawami pokrewnymi, prawami własności przemysłowej oraz zasadami komercjalizacji.

Oświadczam, że treść pracy dyplomowej w wersji drukowanej, treść pracy dyplomowej zawartej na nośniku elektronicznym (płycie kompaktowej) oraz treść pracy dyplomowej w module APD systemu USOS są identyczne.

.....
czytelny podpis studenta

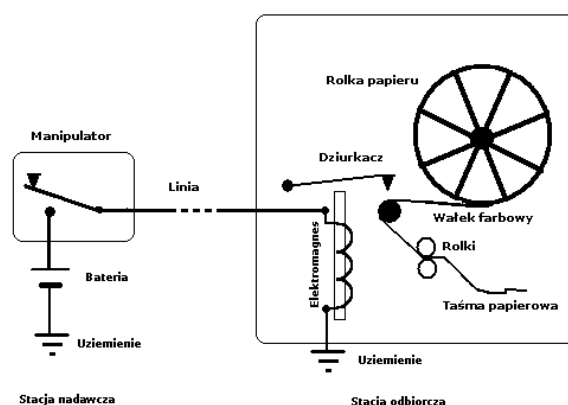
Spis treści

1. Wstęp	10
1.1. Cele pracy	10
2. Standard komunikacji Lora	11
2.1. Wiadomości ogólne	11
2.2. Rozwój	11
2.3. Specyfikacja	11
2.4. Przykładowe zastosowania	11
3. Standard Bluetooth	13
4. Wstęp	13
5. Założenia projektowe	14
5.1. Koncepcja wykonania	14
6. Realizacja	15
6.1. Konstrukcja dedykowanego urządzenia	15
6.2. Zasilanie	15
7. Testowanie	16
7.1. Prototyp testowy dedykowanego urządzenia	16
7.2. Prototyp aplikacji na Androida	16
7.3. Pomiar odległości	16
8. Podsumowanie	17
Bibliografia	19
Wykaz symboli i skrótów	20
Spis rysunków	20
Spis tabel	20
Spis załączników	20

Niniejszą pracę dyplomową dedykuję mojej kochanej babci Apolonii Kazimierze, dla
najbl

1. Wstęp

Zagadnieniem systemów komunikacji elektronicznej człowiek zajmuje się już od XIX w. Rozwój systemów komunikacji wiąże się, z rozwojem wielu dziedzin techniki i nauki na niespotykaną do tej pory skalę. Problemy komunikacji na odległość i ich rozwiązania zajmują najcięższe umysły od prawie 200 lat. Przykładem a zarazem pierwszym urządzeniem komunikacyjnym jest telegraf[1]. W odpowiedzi na potrzeby i różnego rodzaju wymagania powstały liczne dedykowane systemy komunikacyjne i urządzenia z nich korzystające. Większość obecnie dostępnych systemów komunikacji wymaga dostępu do jakiejś sieci np. GSM (telefon komórkowa, w tym MMS-y i SMS-y), Internet (popularne komunikatory takie jak np. WhatsApp, Signal lub Telegram). Istotnym więc dla tej pracy dyplomowej stało się wytworzenie systemu komunikacyjnego, który działał by niezależnie od dostępności do [jakiegokolwiek] sieci - co czyniłoby go idealnym rozwiązaniem w sytuacjach kryzysowych. Wytworzone rozwiązanie oparte jest w dużej mierze na rozwiązaniach otwartych, co umożliwia dostosowanie go do wymagań praktycznie każdej sytuacji.



Rysunek 1.1. Schemat telegrafu. Źródło: wikipedia

1.1. Cele pracy

Do celów niniejszej pracy należy:

- zaprojektowanie, wykonanie i przetestowanie systemu do komunikacji tekstowej wykorzystującej protokół Lora,
- przygotowanie dedykowanej aplikacji mobilnej do obsługi tego systemu,
- przygotowanie dokumentacji technicznej,
- zaprojektowanie i montaż dedykowanej obudowy do części systemu wykorzystującej mikro-kontroler,
- zbadanie efektywności zaprojektowanego rozwiązania (ze względu na maksymalny dystans, przy którym komunikacja będzie jeszcze możliwa)

2. Standard komunikacji Lora

2.1. Wiadomości ogólne

Lora[2] jest techniką modulacji widma rozproszonego wywodzącą się z technologii ang. chirp spread spectrum. Standard Lora, dalekosiężnej, bezprzewodowej platformy do komunikacji na odległość firmy Semtech, stał się de facto platformą Internetu Rzeczy. Urządzenia lora i sieci LoRaWAN umożliwiają stawianie czoła wyzwaniom takim jak: zarządzanie energią, redukcja zużycia zasobów naturalnych, kontrola zanieczyszczeń, wydajność infrastruktury, i kontrola w sytuacjach wystąpienia katastrof naturalnych.

2.2. Rozwój

Początkowo standard Lora został opracowany przez firmę Cycleo i opatentowany w 2014 roku, następnie firma ta została wykupiona przez Semtech, który zarządza i rozwija standard. LoRaWAN¹ Ciągły rozwój protokołu LoRaWAN jest możliwy dzięki organizacji non-profit LoRa Alliance, której to Semtech jest członkiem założycielem.

2.3. Specyfikacja

Lora wykorzystuje pasmo nielicencjonowane poniżej 1 GHz (w Europie to: 863 - 870/873 MHz). Technologia ta umożliwia transmisję na duży zasięg z minimalnym poborem energii. Technologia opisuje warstwę fizyczną, podczas gdy inne technologie i protokoły takie jak np. LoRaWAN opisują wyższe warstwy. Umożliwia ona osiągnięcie prędkości transferu danych pomiędzy 0,3 kbit/s, a 27 kbit/s.

2.4. Przykładowe zastosowania

W mnogości zastosowań technologii LoRa trudno wymienić zaledwie kilka, zapominając o reszcie. Najlepszy wgląd na zastosowania daje spojrzenie na przykłady podane przez firmę zarządzającą tą technologią dostępne pod tym linkiem - <https://www.semtech.com/lora/resources/lora-white-papers>. W powyższej pracy postarano się wymienić i krótko opisać część zastosowań:

- inteligentne mierniki gazu, dające dostęp do wiarygodnych danych i zwiększające bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej,
- monitorowanie przewożonego ładunku w tzw. zimnym łańcuchu,
- zdalne i wytrzymałe systemy pomiarowe, służące poprawie bezpieczeństwa energetycznego,
- system monitorowania i detekcji powodzi,
- różnorodne systemy tzw. smart homes,
- systemy do zarządzania dostępnością wody,

¹ definiuje protokół komunikacji i architekturę systemu. Jest oficjalnym standardem ITU (Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej), pod nr. ITU-T Y.4480. Tłumaczenie własne.

- system czujników umożliwiający skrócenie czasu produkcji,
- inteligentne pola golfowe,
- monitorowanie akustyczne w czasie rzeczywistym,
- nadzorowanie ogrodów botanicznych,
- zarządzanie polami uprawnymi,
- inteligentne parkometry,
- lokalizowanie skradzionych samochodów i ładunków,
- sprawdzanie położenia bydła,
- detekcja wycieków radioaktywnych.

3. Standard Bluetooth

4. Wstęp

Standard Bluetooth liczy ponad 1000 stron, wobec czego zamieszczenie go w całości w tej pracy dyplomowej byłoby niemożliwe i/lub bardzo trudne, toteż załączam tylko wybrane fragmenty.

5. Założenia projektowe

Przy realizacji niniejszej pracy przyjęto kilka założeń:

- Przede wszystkim system będzie umożliwiał komunikację między dwoma użytkownikami przy użyciu aplikacji do wprowadzania tekstu na smartfona i dedykowanego urządzenia.
- Komunikacja będzie odbywać się przy wykorzystaniu standardu Lora.
- System będzie zaprojektowany z myślą o niskim poborze prądu, dzięki czemu będzie mógł być zasilany z baterii lub powerbanku.
- Obudowa do urządzenia zewnętrznego będzie wykonana w technologii druku 3d.
- Całość lub jeżeli to niemożliwe, to jak największa część systemu komunikacji zostanie opublikowana na otwarto-źródłowej licencji.

5.1. Koncepcja wykonania

Pracę rozpoczęto od rozważenia różnych mikro-kontrolerów, względy praktyczne jak i dostępność zadecydowały o wyborze Raspberry Pico (RP2040). Niestety powyższy mikro-kontroler pozbawiony jest możliwości komunikacji bezprzewodowej, co też skutkuje tym, że trzeba do niego dobrać odpowiedni moduł Bluetooth, w tym wypadku hm-06, komunikujący się z mikro-kontrolerem przy użyciu UART² Jeśli zaś chodzi o Lora, to możliwość komunikacji przy użyciu tego protokołu uzyskano dzięki wykorzystaniu odpowiedniej przystawki - SB Components SKU21628.

² Uniwersalny asynchroniczny nadajnik-odbiornik.

6. Realizacja

6.1. Konstrukcja dedykowanego urządzenia

6.2. Zasilanie

7. Testowanie

7.1. Prototyp testowy dedykowanego urządzenia

7.2. Prototyp aplikacji na Androida

7.3. Pomiar odległości

8. Podsumowanie

Bibliografia

- [1] *Telegraf* [online]. *Wikipedia : wolna encyklopedia*, [dostęp: 2024-06-23 18:14Z]. Dostępny w Internecie: [//pl.wikipedia.org/wiki/Telegraf?oldid=70115298](https://pl.wikipedia.org/wiki/Telegraf?oldid=70115298), 2023-04-15 05:11Z.
- [2] *What is lora?*, 2024. adr.: <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>.

Wykaz symboli i skrótów

EiTI – Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych

PW – Politechnika Warszawska

Spis rysunków

1.1 Schemat telegrafu. Źródło: wikipedia	10
--	----

Spis tabel

Spis załączników