

Use of 4G/5G communication in embedded systems
Bachelor's Thesis

Author: MICHAL HANUS
Advisor: Ing. ALEŠ POVALAČ, PhD.

Brno, 5. 1. 2024

Základní informace o firmě:

- Sídlo v JICu nad budovou FSI
- 13 vývojářů
- Specializace na embedded
- Zakázkový vývoj pro průmysl ve:
 - Zdravotnictví
 - Zemědělství
 - Zabezpečení



DIVELIT

- Nastudovat a popsat základní principy 4G/5G v IoT
 - NB-IoT
 - LTE-M
 - URLLC
- Seznámení se s čipsety a moduly
 - Nordic nRF9160
 - Quectel RM520N
- Rešerše modulů
- Demonstrace komunikace pomocí vývojového kitu

- LPWAN (NB-IoT, LTE-M)
 - Velký objem dat
 - Velký počet zařízení na malé ploše
 - Malé přenášené objemy a nízká režie spojení
 - Nízká spotřeba
 - Větší dosah spojení
- URLLC
 - Nízká latence
 - Vysoká spolehlivost (až 99.9999 %)
 - Přednostní zpracování
 - Změny ve fyzické vrstvě

Vlastnosti:

- Komunikace pomocí USB a PCIe
- Předpokládaná integrace do PC
- Podpora 3GPP Release 16 z 2020
 - MIMO pomocí 4 antén
 - teoretická podpora URLLC



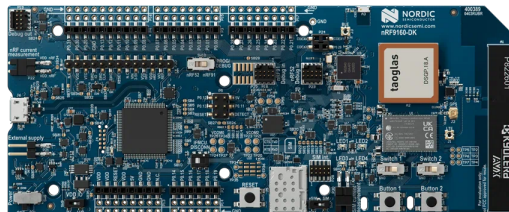
System-in-Package obsahuje:

- LTE modem (s podporou NB-IoT a LTE-M)
- Kontrolér ARM Cortex-M33 se standardními perifériemi
- GNSS přijímač



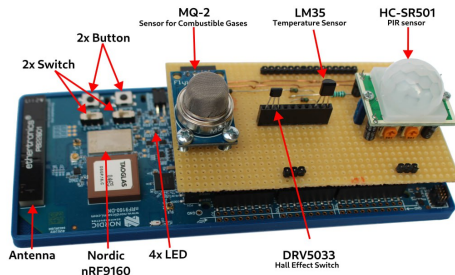
Výhody oproti ostatním kitům:

- Velké množství pinů
- Oficiální podpora výrobce
- Integrovaný debugger
- Velké množství vyvedených pinů



Demo požárního
a bezpečnostního alarmu:

- Deska na univerzálním PCB se základními senzory
- Posílání dat přes MQTT při změně stavu
- Zobrazení přes univerzální MQTT klient



Praktická ukázka

- Měření vlastností LPWAN protokolů
 - Reálná spotřeba
 - Efektivní dosah
 - Praktické rozdíly mezi NB-IoT a LTE-M
 - Možnost laboratorního měření ve Vodafone UniLabu
- Rozšířené možnosti nRF91 chipsetů
 - FOTA - aktualizace FW na dálku
 - Bezpečnost s ARM TrustZone
 - Akcelerace kryptografie s ARM CryptoCell

5G URLLC v mesh síti - DECT NR+

- Podporované v nRF9161
- Nelicencované spektrum 1.9 GHz
- Nezávislost na vnější infrastruktuře
 - Rychlejší nasazení
 - Pokrytí i nedostupných lokalit
 - Žádné napojení na mobilní operátory

Děkuji za pozornost