RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

ELEKTRONIKAS UN TELEKOMUNIKĀCIJU FAKULTĀTE

[](https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj9zKXEs6fgAhWF1iwKHceJAlAQjRx6BAgBEAU&url=https://lv.wikipedia.org/wiki/Att%C4%93ls:RTU_logo_2017.svg&psig=AOvVaw2YftzNrZHl3gHZWIEXy3Ih&ust=1549552627423236)

Datu pārraide bezvadu sensoru tīklos

***Laboratorijas darbs Nr.2***

I REGV0

Ruslans Babajans 171REB152

Rīga, 2021

**Darba uzdevums:**

FSK uzstādījumu aprēķināšana. Dots F\_DEV=25000Hz, H=1, TCXO\_PPM=+/-2ppm. Aprēķināt un ielikt kodā Bitrate, TX un RX bandwidth. Pārbaudīt, cik liela TX un RX frekvenču atšķirība pie šiem uzstādījumiem realitātē vēl ļaus iekārtām savā starpā sazināties. Izmēģināt gan blakus novietotām ierīcēm, gan arī, vienu ierīci novietojot tālu no otras.

Izmantotā aparatūra: DISCO-L072CZ-LRWAN1 izstrādes platforma.

Sākuma ar MATLAB palīdzību tika izrēķināti FSK parametri:

%% Clear variables and close figures

format long, clear variables, close all

%==============================================%

%% FSK calculations

DEVIATION=25e3; % Hz

H=1; % modulation index

F0=868300000; % Hz central frequency

PPM=2; % ppm

DATA\_RATE=(2\*DEVIATION)/(H); % bps

TX\_BW=2\*DEVIATION+DATA\_RATE;

RX\_BW=TX\_BW+F0\*2\*(PPM/1e6);

Aprēķinu rezultāti:

Graphical user interface

Description automatically generated

Ierakstam example kodā izrēķinātus skaitļus:

#define RF\_FREQUENCY 868300000 // Hz

…

…

…

#define FSK\_FDEV 25000 // Hz H=1

#define FSK\_DATARATE 50000 // bps

#define FSK\_BANDWIDTH 100000 // Hz TX\_BW

#define FSK\_AFC\_BANDWIDTH 103473 // Hz RX\_BW

Palaižam uz divām izstrādes platēm un caur Termite redzam ka divas ierīces “spēlē Ping-Pongu”:

> OnTxDone

Pong...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 49 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PING ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

...Ping

> OnTxDone

Ping...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

...Pong

Tālāk vienai iekārtai ir uzstādītā frekvence 868.3 MHz.

SX1276 Ping Pong Demo Application

Freqency: 868.300000

TXPower: 14 dBm

Bandwidth: 100000 kHz

Baudrate: 50000

> HopeRF RFM95xx <

> FSK Mode <

Starting Ping-Pong loop

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Otrai ar “Binary search” tika piemeklēta frekvence pie kuras “Ping-Pongs” vēl notiek ja izstrādes plates ir novietotas tuvu viena otrai.

Pirmā vērtība:

#define RF\_FREQUENCY 868450000 // Hz

SX1276 Ping Pong Demo Application

Freqency: 868.450000

TXPower: 14 dBm

Bandwidth: 100000 kHz

Baudrate: 50000

> HopeRF RFM95xx <

> FSK Mode <

Starting Ping-Pong loop

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Jau nestrādā.

Uz pusi mazāk:

#define RF\_FREQUENCY 868370000 // Hz

SX1276 Ping Pong Demo Application

Freqency: 868.370000

TXPower: 14 dBm

Bandwidth: 100000 kHz

Baudrate: 50000

> HopeRF RFM95xx <

> FSK Mode <

Starting Ping-Pong loop

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 49 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PING ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

Strādā.

Uz pusi lielāk no iepriekšējas frekvences:

#define RF\_FREQUENCY 868410000 // Hz

SX1276 Ping Pong Demo Application

Freqency: 868.410000

TXPower: 14 dBm

Bandwidth: 100000 kHz

Baudrate: 50000

> HopeRF RFM95xx <

> FSK Mode <

Starting Ping-Pong loop

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Jau nestrādā.

Tad pie tādas frekvences:

#define RF\_FREQUENCY 868390000 // Hz

> OnTxDone

Ping...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

...Pong

> OnTxDone

Ping...

> OnRxError

> OnTxDone

Ping...

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

Iekārtas jau sarunājas, bet komunikācija bieži pazūd.

Ja uz pusi samazināt:

#define RF\_FREQUENCY 868380000 // Hz

SX1276 Ping Pong Demo Application

Freqency: 868.380000

TXPower: 14 dBm

Bandwidth: 100000 kHz

Baudrate: 50000

> HopeRF RFM95xx <

> FSK Mode <

Starting Ping-Pong loop

> OnRxTimeout

> OnTxDone

Ping...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

Ir ok.

Nedaudz palielināsim frekvenci:

#define RF\_FREQUENCY 868385000 // Hz

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

...Pong

> OnTxDone

Ping...

> OnRxError

Šeit brīžiem pazūd, bet retāk

Samazināsim:

#define RF\_FREQUENCY 868382500 // Hz

--

...Pong

> OnTxDone

Ping...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

Ir ok.

Vēl nedaudz palielināsim frekvenci:

#define RF\_FREQUENCY 868383750 // Hz

--

...Pong

> OnTxDone

Ping...

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

Pēdējā frekvences koriģēšana:

#define RF\_FREQUENCY 868384375 // Hz

> OnRxDone: RssiValue=0 dBm, SnrValue=0

dump("Data:", 0x20001358, 64 bytes)

20001358: ff ff 00 00 50 4f 4e 47 00 01 02 03 04 05 06 07 ....PONG ........

20001368: 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 12 13 14 15 16 17 ........ ........

20001378: 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 ........ !"#$%&'

20001388: 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 40 ()\*+,-./ 0123456@

--

...Pong

> OnTxDone

Ping...

> OnRxError

Šeit komunikācija pazūd tik reti ka var pieņemt šo frekvenci par robežgadījumu. TX un RX frekvenču starpība ir 868384375-868300000=84375 Hz

Aiznesot vienu no izstrādes platēm maksimāli tālu (līdz tie tiek atdalīti ar 3 sienām), var pamanīt ka iekārtas nedzird viena otro. Pie 868.3 MHz centra frekvences viss strādā. TX un RX frekvenču atšķirība lai iekārtas varētu apmainīties ziņām ir apmēram 79000 Hz.

**Secinājumi:**

Šajā darbā tika izpētīta FSK darbspēja pie izrēķinātiem FSK parametriem. Tika noteikts ka 84375 Hz TX un RX frekvenču atšķirība pie šiem uzstādījumiem vēl ļauj iekārtām savā starpā sazināties. Vienu ierīci novietojot tālu no otras TX un RX frekvenču atšķirība kas vēl ļauj iekārtām sazināties ir ap 79000 Hz.