Zabezpečenie bezdrôtových komunikačných sietí v inteligentných domácnostiach proti kybernetickým útokom

Bc. Lukáš Doubravský

14. 06. 2017

Motivácia

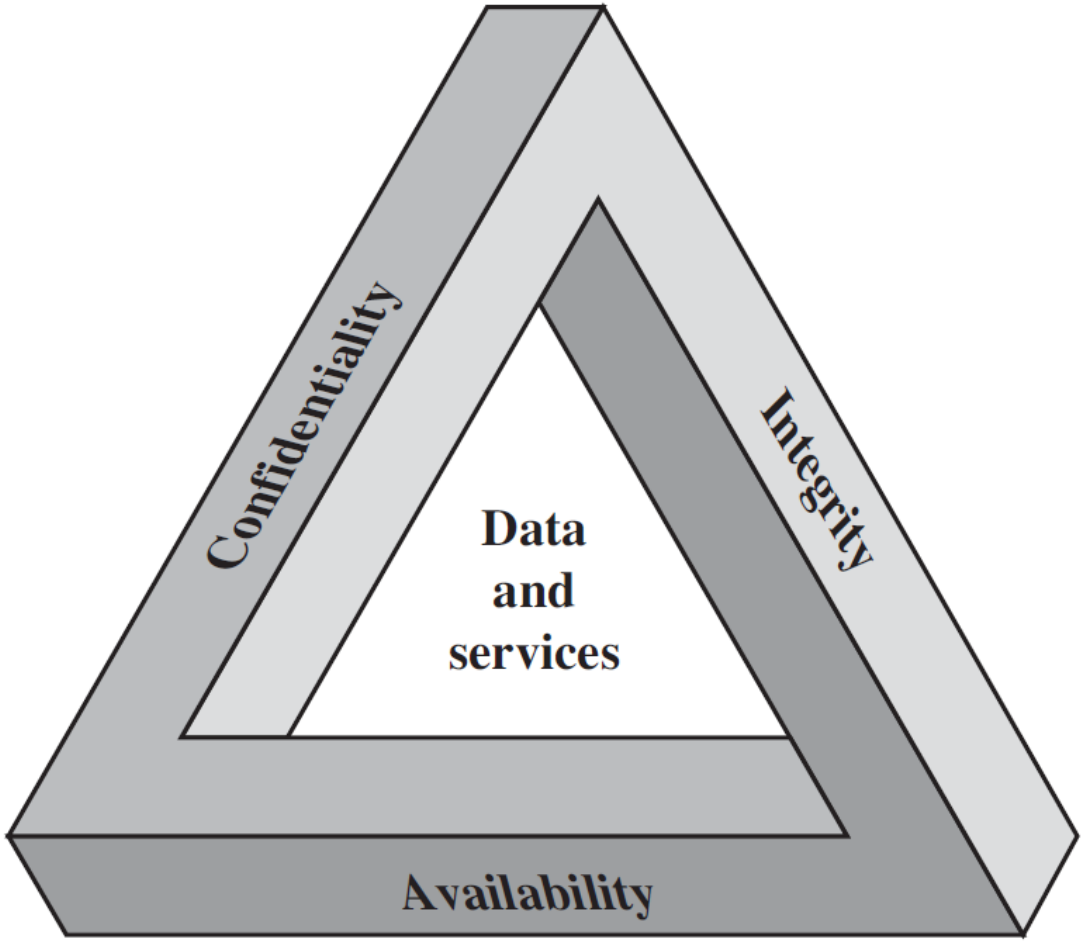
- bezpečnosť je neustály boj,

- bezpečnejšie verzie algoritmov,
- tam, kde pred tým nebola,
- efektívnejšie,
  - pamäť,
  - spotreba,
  - rýchlosť.

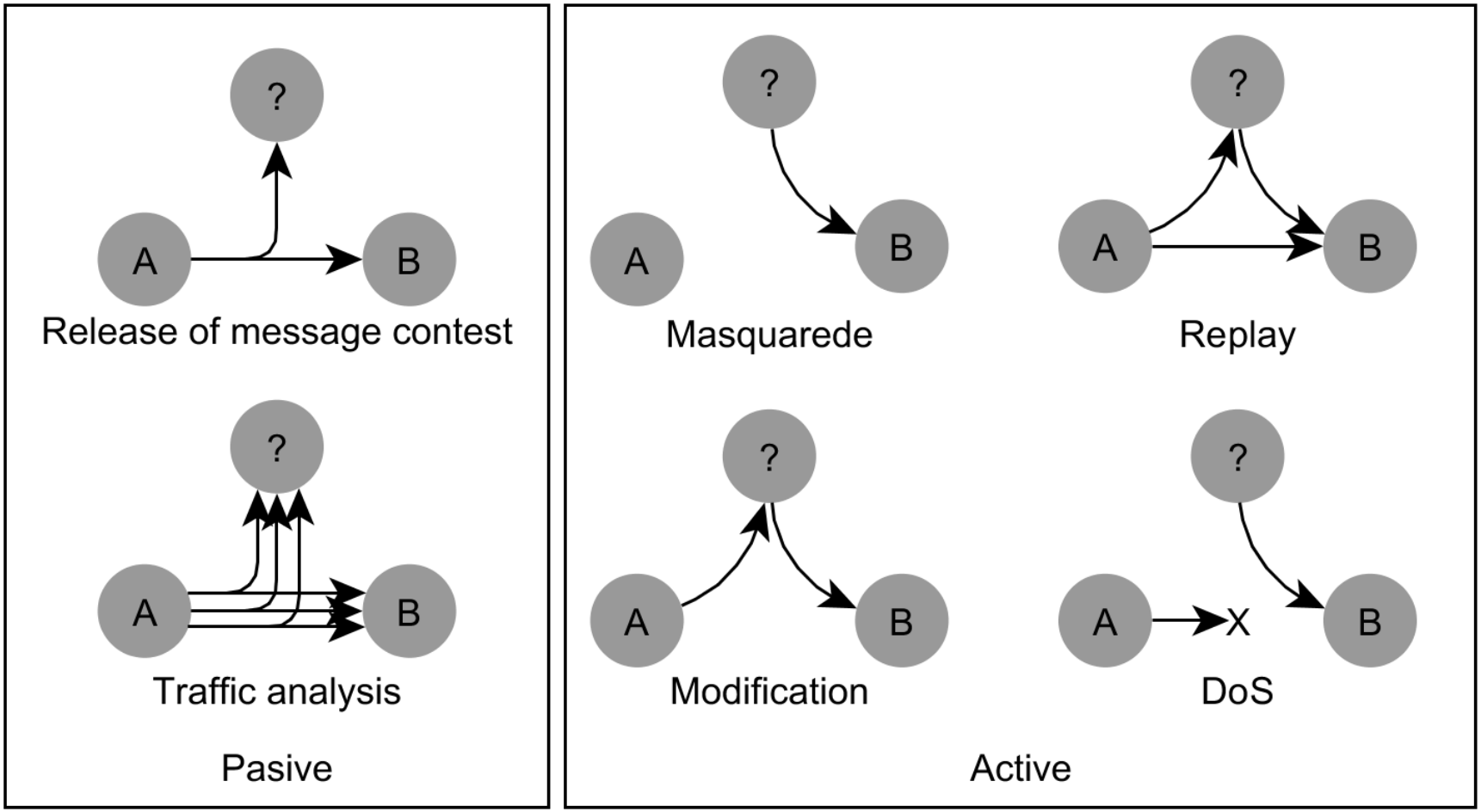
Cieľ

- Zvýšiť zabezpečenie v bezdrôtových komunikačných sieťach

Informačná bezpečnosť



Typy útokov


?
A
B
Release of message contest
?
A
B
Traffic analysis
Pasive
?
A
B
Masquarede
?
A
B
Replay
?
A
B
Modification
?
A
X
B
DoS
Active

Aktuálny stav vo WPAN 802.15

- Zabezpečenie hlavne na transportnej vrstve

- ANT: AES-128
- Bluetooth: AES-CMAC (128)
- ZigBee: AES-128
- LoRaWAN: AES-128

Navrhnuté riešenie

- Hardvérové zabezpečenie
  - každý senzor osadený kryptoelement.
- Zabezpečiť komunikáciu medzi:
  - senzorom,
  - najbližším zariadením s výpočtovým výkonom (cloud, HUB).
- ľudský faktor

Navrhnuté riešenie

- centralizovaná architektúra siete,
- PKI
  - RSA/ECC-AES + podpisové schémy
  - Certifikáty (obmedzenej forme)

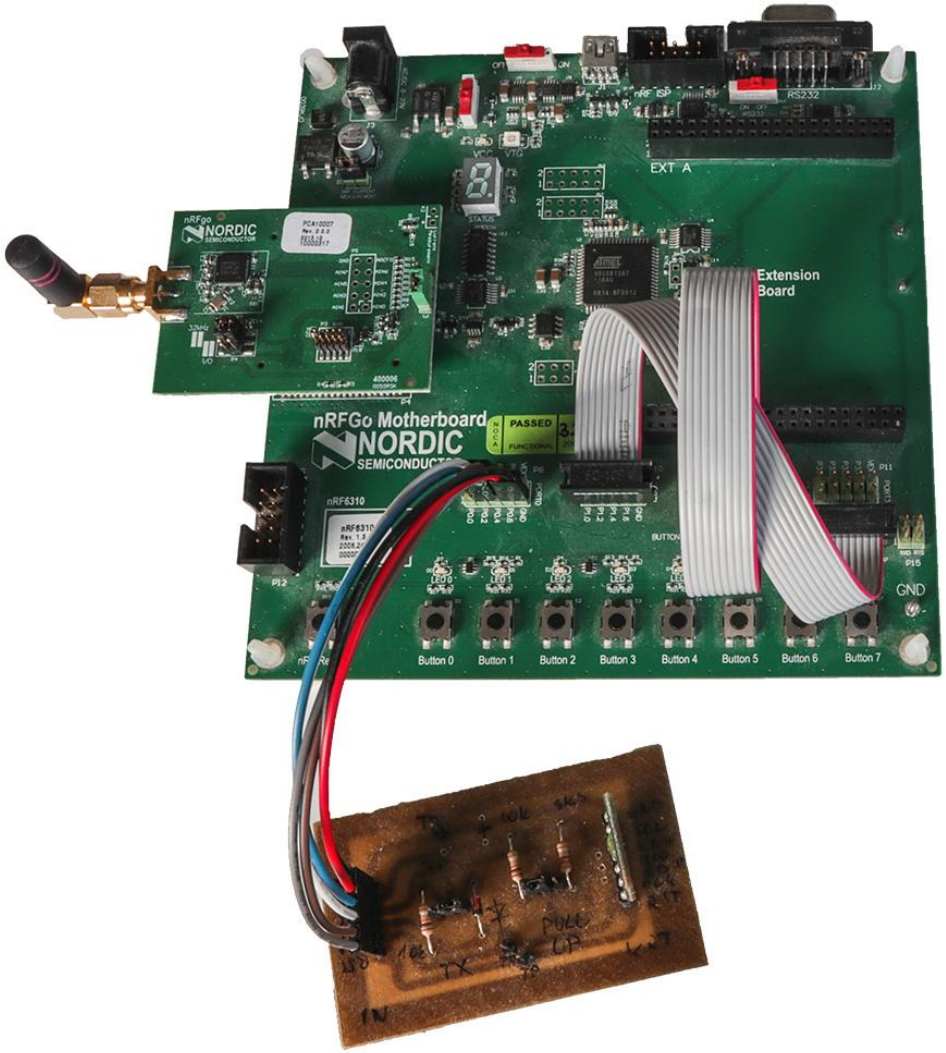
- Autentifikáciu na aplikačnej vrstve
  - ostatné aspekty inf. bezp. sa dajú zabezpečiť nad touto vrstvou

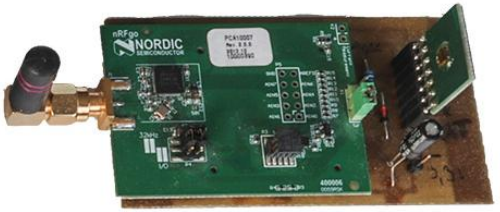
- Overenie a porovnanie na rovnakej architektúre:
  - nezabezpečené riešenie
  - SW a HW zabezpečenie

Implementácia: Bezdrôtová komunikácia

- Nordic Semiconductors (nRF51422)
  - C,
  - ANT SoftDevice, 2.4 GHz,
  - 32bit architektúra,
  - 256 kB program, 16kB RAM.

Implementácia: Model siete



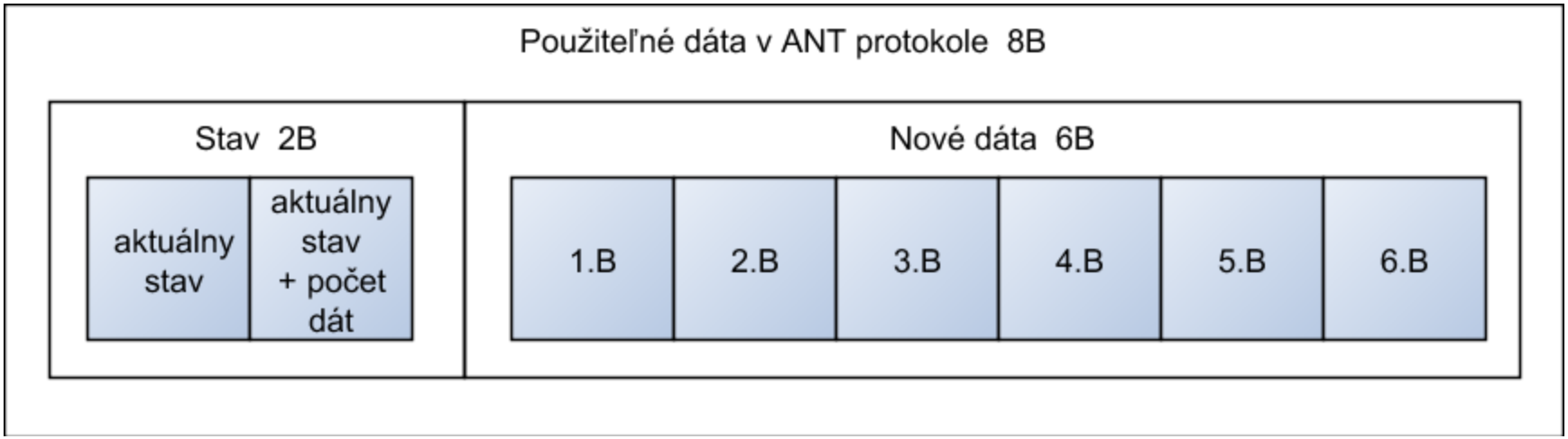


"Master" kontakt s prostredím

"Slave"

Implementácia: Segmentácia správ

- Viac ako 8 bajtov, maximálne 254 bajtov



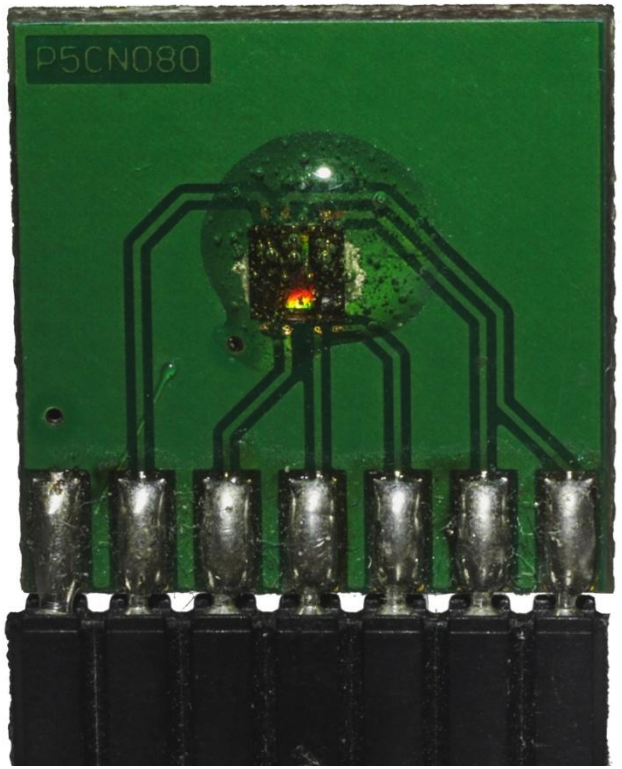
- Príklad správ
  - 00 00 ... prázdna správa
  - 01 03 01 FF ... nezabezpečená správa

Implementácia: SW AES

- referenčná SW implementácia
- knižnica: Tiny AES128 v jazyku C
- mód: CBC

Implementácia: HW AES

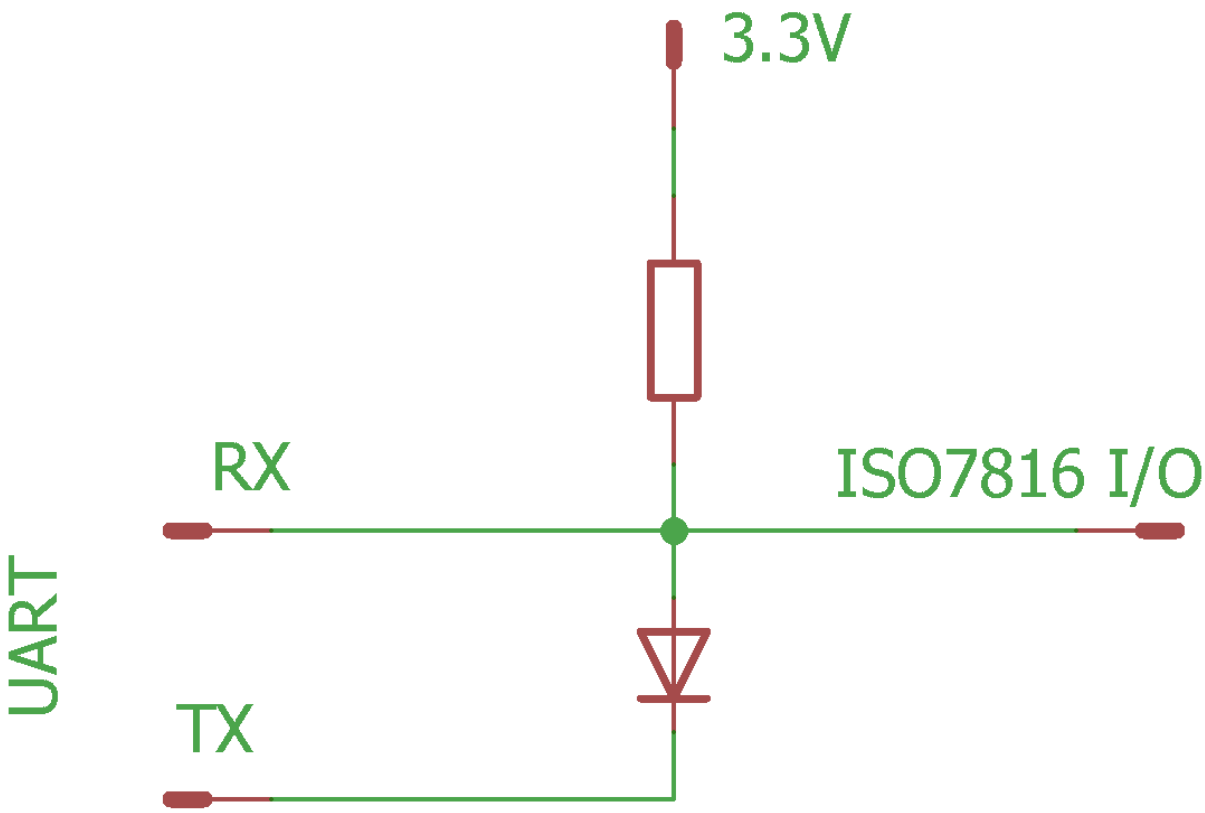
- NXP, Secure element, JVM
- HW: NFC, RNG, RSA, ECC, AES, DES koprocesor apod.



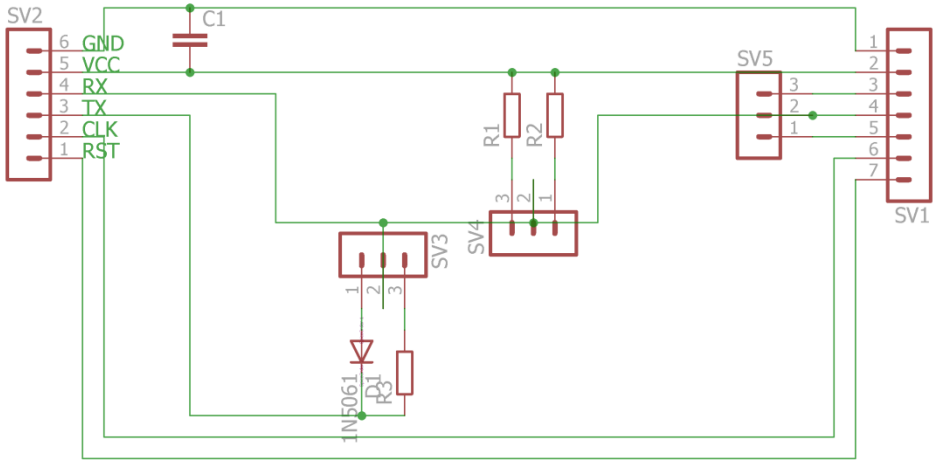
Implementácia: ISO7816

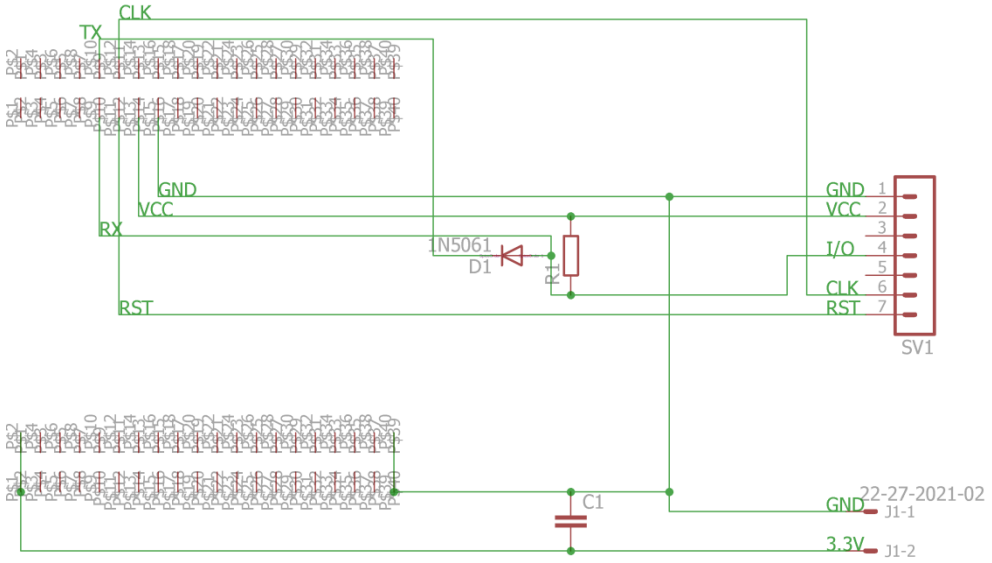
- pre kontaktné Smart karty
  - SIM,
  - platobné karty.
- signály sú generované SW: GPIO a HW periférií (*PPI*)
  - CLK: 2.667 MHz.
- ISO7816 I/O signál na UART
  - Baud rate: 7168 bps
- ATR (answer to reset), informácie o karte, preferované nastavenia
- Komunikácia:
  - T=0 bajtová: APDU
  - T=1 bloková: APDU zabalené do bloku

Implementácia: ISO7816 na UART

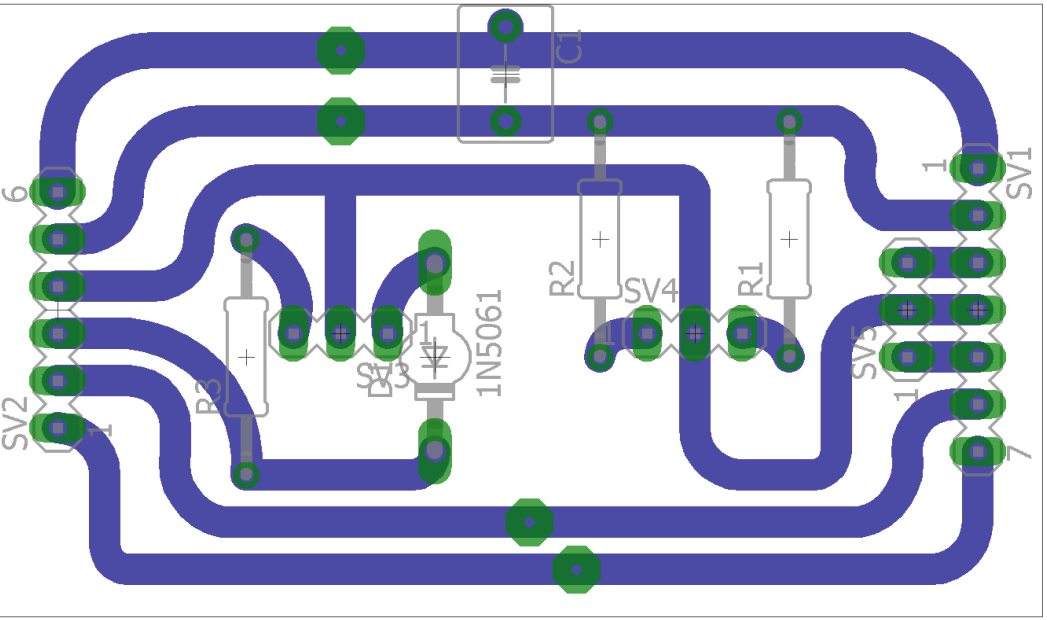


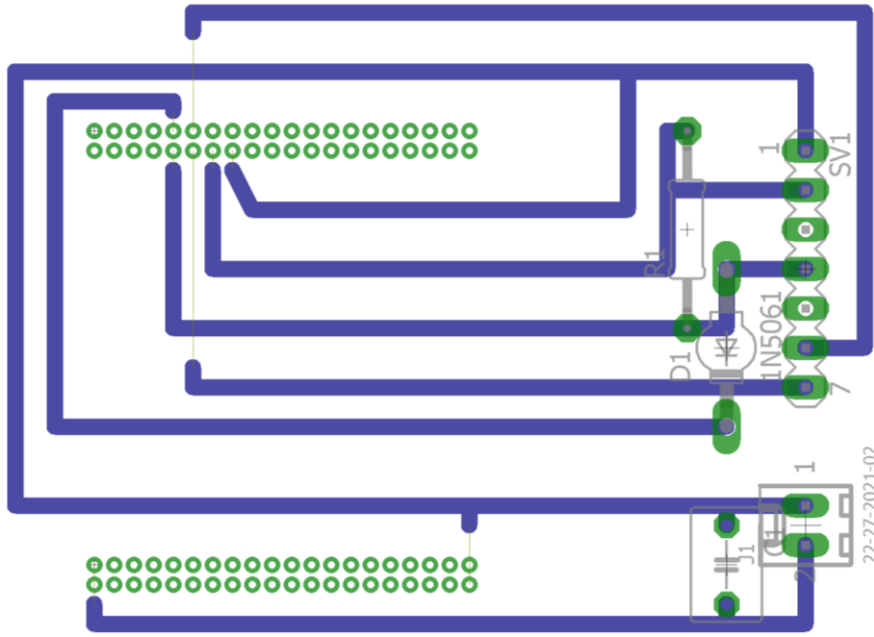
Implementácia: Schémy





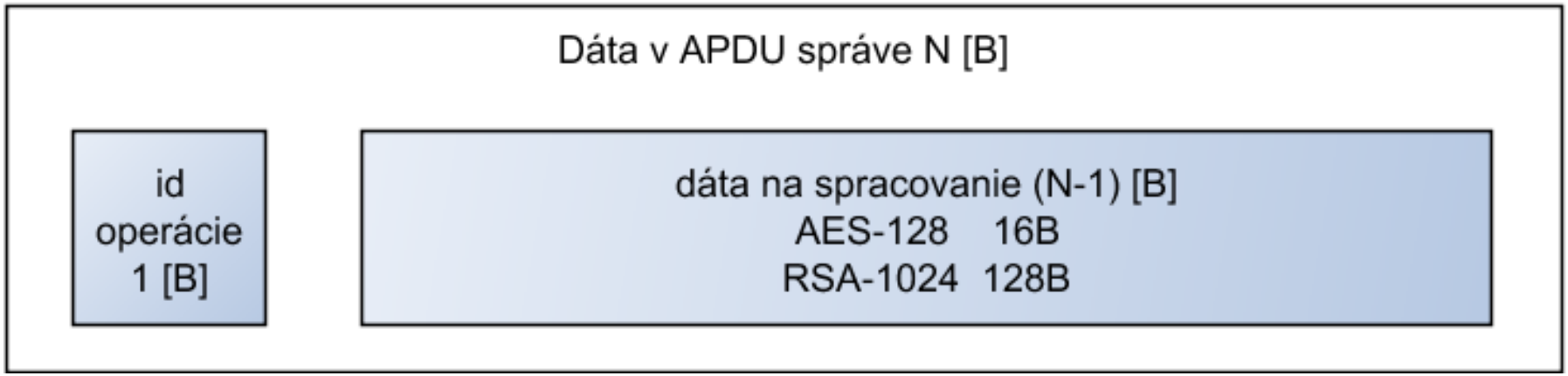
Implementácia: DPS





Implementácia: JavaCard

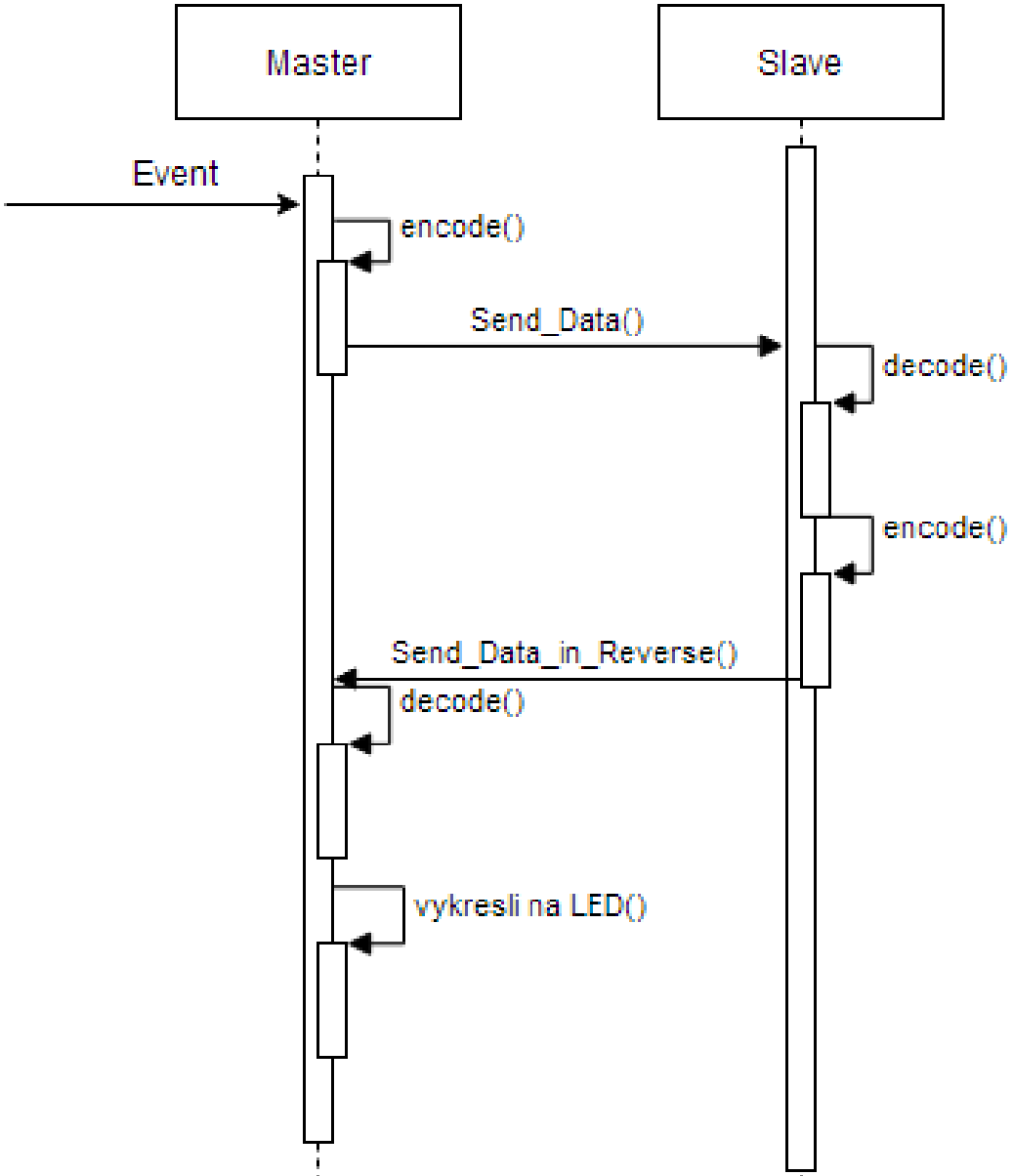
- Applet JC2.2.2
  - Java
- hardvérovo impl. alg. AES-128 CBC
- Formát správy APDU (terminál-SmartCard)



Implementácia: Funkc. konzoly

- desktop-senzor,
- Segger J-Link RTT (Real Time Transfer):
  - monitorovanie,
  - testovanie,
  - vyhľadávanie manažéra karty,
  - posielanie APDU správy blokovo/bajtovo,
  - ľudsky čitateľný výpis stavu z odpovedi.

Testovanie


Master
Slave
Event
encode()
Send_Data()
decode()
encode()
Send_Data_in_Reverse()
decode()
vykresli na LED()

Výsledky testovania

Typ zabezpečenia	Metrika	
	Pamäť programu [B]	SRAM [B]
Žiadne zabezpečenie	7308	5696
SW AES 128 CBC	11336	6104
HW AES 128 CBC	18412	7960

- Nárast veľkosti programu, a to aj pri HW zabezpečení

Výsledky testovania

Typ zabezpečenia	Metrika
	Prúdová spotreba [mA]
Žiadne zabezpečenie	1.4
SW AES 128 CBC	5.6
HW AES 128 CBC	8

- Nárast prúdovej spotreby, aj pri HW zabezpečení

Výsledky testovania

Typ zabezpečenia	Metrika	
	Čas 200 interakcií [s]	Čas 1 interakcie [s]
Žiadne zabezpečenie	258.35 (4 min.)	1.29175
SW AES 128 CBC	546.75 (9 min.)	2.73375
HW AES 128 CBC	1638.47 (27 min.)	8.19235

- Dĺžka vykonania testu, aj pri HW zabezpečení

Výsledky testovania

Typ zabezpečenia	Metrika
	Network overhead [B]
Žiadne zabezpečenie	1x12
SW AES 128 CBC	3x12
HW AES 128 CBC	3x12

- (1B + 16B) / 6B = 3 pakety

Vyhodnotenie

- Prekvapený výsledkami HW riešenia, (opačné ako sa predpokladalo)
  - veľkosť programu: štandard ISO7816,
  - spotreba: aktivované viaceré periférie,
  - čas komunikácie: strata ANT paketov.

- PKI
  - RSA SW knižnice v C

Záver

- nepodarilo sa zvýšiť zabezpečenie,
  - na základe výsledkov sa dá spraviť odhad riešenia pomocou PKI.

- PKI by bolo možné, riešenie by bolo použiteľné:
  - na rýchlejších sieťach,
  - malé množstvo dát (ISO7816).

Plány do budúcna

- spracovanie RF komunikácie pomocou udalostí:
  - programová synchronizácia (*program, chyby*)

- overenia na iných komunikačných protokoloch,
- väčšiu sieť,
- testovanie,

- urýchlenie výpočtov/komunikácie s ISO7816:
  - PKI,
  - vyššia rýchlosť CLK (*nábežné časy, šum*),
  - Secure channel a manuálnu inštaláciu appletu.

Otázky?

- Motivácia
- Informačná bezpečnosť
- Typy útokov
- Aktuálny stav vo WPAN 802.15
- Navrhnuté riešenie
- Implementácia:
  - Bezdrôtová komunikácia
  - Model siete
  - Segmentácia správ
  - SW AES-128 a HW AES-128
  - ISO7816
  - Schémy, DPS
  - JavaCard
  - Funkcionalita konzoly
- Testovanie a vyhodnotenie
- Sebakritika
- Záver
- Plány do budúcna

Používané technológie

- Viac marketing ako technológie a parametre:
  - iControl Networks: ZigBee, Z-Wave
  - BeeWi: Bluetooth
  - Samsung SmartThings hub: WiFi, Z-Wave, LAN, ZigBee

Odporúčané aplikácie sietí

- NFC
- RFID
- ANT
- Bluetooth
- ZigBee
- SigFox/LoRa WAN
- WiFi

- GSM

Parametre:

Veľkosť siete

Flexibilita

Spotreba

Kom. rýchlosť

Dosah

Prečo komunikačný protokol ANT?

- nutné na niečom overiť riešenie a získať fyzické výsledky,

- generický návrh (rôznorodosť),
- IoT, WSN, vždy bude nutnosť optimalizácie na HW

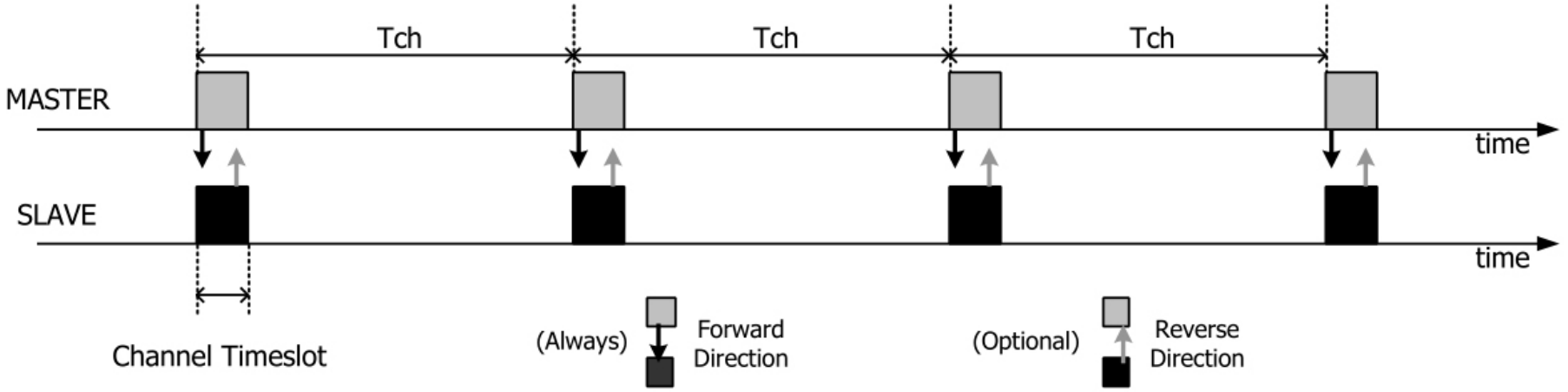
- bol dostupný

Najčastejšie dôvody porúch

- Protiopatrenia:
  - pred-pripravovanie dát, posielanie neskôr,
  - SoftDevice: kontrola, či sa niečo posiela.

- Predpoklad (bez podrobného testovania):
  - komunikácia s kryptoelementom (atomicky),
  - zmeškanie časového okna pre posielanie: rozsynchronizovanie protokolu.

Najčastejšie dôvody porúch



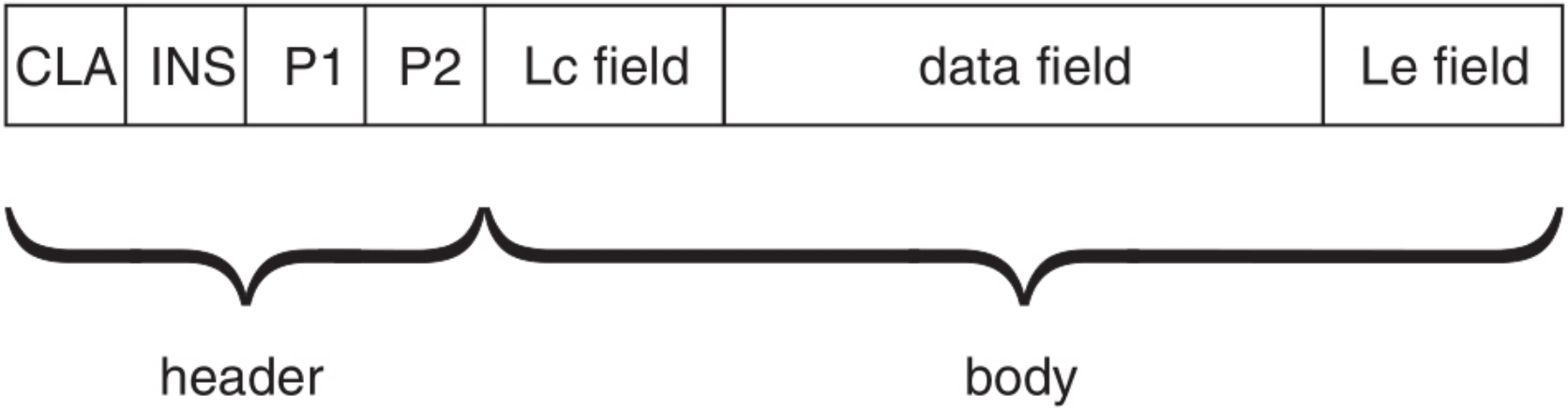
Zefektívnenie HW kryptovania

- Predpripraviť dáta vo vhodný okamich, programovú synchronizáciu,

- vyššia rýchlosť ext. CLK pomocou GPIO,
  - programovo max. 4MHz s 16MHz kryštálom
  - dedikovaný oscilátor max. 20MHz pri niektorých smart kartách
- dedikované periférie pre ISO7816 (atmel),
- konvertor na ISO7816.

- môže narásť:
  - veľkosť programu,
  - cena a čas vývoja,
  - možnosť výskytu chýb a porúch.

Implementácia: ISO7816
APDU (T=0)



Implementácia: ISO7816
Blok dát (T=1)

Prologue Field			Information Field	Epilogue Field
Node Address NAD	Protocol Control Byte PCB	Length LEN	Optional INF	Error Detection LRC or CRC EDC
1 Byte	1 Byte	1 Byte	0-254 Bytes	1/2 Bytes

Implementácia: ISO7816 ATR