

# Návrh a realizace senzorového systému s NFC rozhraním pro monitorování okolních parametrů

Karel Šíma

Katedra technologií a měření  
Fakulta elektrotechnická  
Západočeská univerzita v Plzni  
karels@ket.zcu.cz

## Design and realization of sensor system with NFC interface for monitoring of ambient conditions

**Abstract** – The paper focuses on the design and the realization of sensor system that can communicate through the technology NFC/RFID. The first part of this paper focuses on realization of singlechip and multichip sensor system. Singlechip platform measures temperature and multichip platform measures temperature and relative humidity. The second part of this paper informs about development of communications application for OS Android and web application for data viewing.

*Keywords* – Android; humidity; logging; NFC; SL13A; RFID; temperature.

### I. ÚVOD

V dnešní době se napříč různými odvětvími rychle rozvíjí tzv. chytrá zařízení a IoT. Za hlavní cíl těchto technologií lze považovat sběr velkého množství různých dat, ze kterých lze následně získat objektivní informace a případné korelace mezi daty. Podobný trend lze nyní pozorovat i v logistice. Logistické společnosti se totiž začínají zajímat především o oblast tzv. chytrých obalových materiálů. Jedná se o obaly s integrovanou elektronikou, která umožňuje například sledování vybraných parametrů okolního prostředí. Pro tuto aplikaci je standardně vyráběná elektronika nevhodná. Hlavním problémem je rozměr, neohebnost a cena těchto DPS. Cílem této práce bylo navrhnout elektronický senzorový systém, který by bylo možné přenést ze standardního substrátu (např.: FR4) na flexibilní substrát (např.: PET, PEN). Dalším cílem této práce bylo vytvoření aplikace pro ovládání a zobrazování dat z realizovaného NFC senzorového systému.

### II. REALIZACE SENZOROVÉHO SYSTÉMU

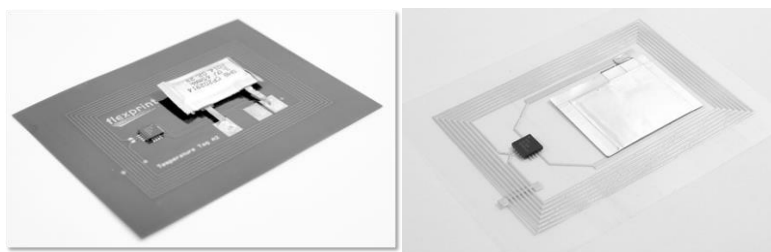
Cílem vývoje bylo navržení senzorového systému, který by byl realizovatelný kromě standardního substrátu (např.: FR4) také na flexibilním substrátu typu PET. Kvůli přenositelnosti na flexibilní substrát byl návrh senzorového systému směřován k “maximální minimalizaci” počtu součástek. Hlavním problémem při přenosu z pevného substrátu na flexibilní substrát je především velikost integrovaných obvodů. Integrované obvody na flexibilním substrátu vytvářejí úseky, ve kterých má realizované řešení omezenou ohebnost. Dále při ohýbání flexibilního substrátu je namáháno pevné kontaktování těchto integrovaných obvodů. Maximální minimalizace počtu součástek tak snižuje počet pevných spojů, u kterých může dojít vlivem ohybu k rozpojení nebo

poškození. Z tohoto důvodu bylo v první fázi hledáno řešení, které by bylo možné realizovat pouze za pomoci jednoho integrovaného obvodu a ve druhé fázi bylo realizováno komplexnější řešení s více integrovanými obvody. [1]

### A. Jednočipové řešení

U tohoto řešení byl kladen důraz především na co nejjednodušší možnost přenosu tohoto řešení na flexibilní substrát a případnou velkoplošnou sítotiskovou výrobní metodu. Z provedené rešerše byl vybrán čip, který má relativně malé rozměry (5 x 5 mm), umožňuje autonomní funkci logování teploty a zároveň obsahuje periférii pro NFC komunikaci. Tento čip navrhla a vyrábí rakouská společnost AMS, jedná se konkrétně o integrovaný obvod SL13A. NFC komunikace je u tohoto čipu realizovaná dle standardu ISO 15693. [1]

Výsledné řešení se skládá pouze ze zdroje napětí (primární baterie), čipu SL13A a antény realizované vodivým motivem na DPS. Jako primární baterie byla zvolena Li-Mg foliová flexibilní baterie. Tento typ baterie byl zvolen především z důvodu flexibility, kompaktních rozměrů a velké škály kapacit. První prototyp byl realizován na oboustranném polyimidním materiálu Kapton 125  $\mu\text{m}$ . Tento materiál je svoji flexibilitou blízký materiálům PET. Tento prototyp ověřil použitelnost a funkčnost sensorového systému. Následně byl také realizován testovací prototyp na materiálu PET za pomoci vícevrstvého sítotisku vodivou pastou. Realizované prototypy jsou vyobrazeny na obrázku I. [1]



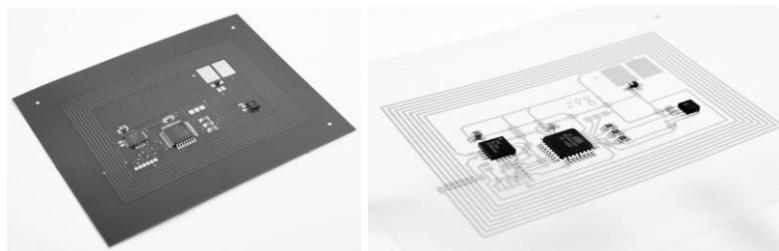
**Obrázek I. Prototypy jednočipového řešení**

### B. Vícečipové řešení

Toto řešení obsahuje již tři integrované obvody. Jedná se o: NFC komunikační integrovaný obvod, mikrokontrolér ATmega 328P a integrovaný sensorový obvod pro měření teploty a relativní vlhkosti Sensirion SHT21. Celkový počet osazovaných součástek je deset. Z tohoto čísla je patrný trend maximální minimalizace počtu součástek. [1]

Senzorový systém je řízen programem, který porovnává v nastaveném intervalu aktuálně změřené hodnoty teploty a relativní vlhkosti s nastavenými limitními hodnotami. V případě překročení limitních hodnot se zapíše čas a hodnota překročení. Samozřejmostí je také zaznamenání času návratu hodnoty mezi nastavené limitní hodnoty. Tyto zaznamenaná data lze následně za pomoci NFC čtecího zařízení vyčíst a určit dobu, strávenou mimo limitní hodnoty. [1]

První prototyp pro ladění řídicího softwaru mikrokontroléru a otestování funkčnosti celku byl realizován shodně jako u jednočipového řešení na substrátu Kapton 125  $\mu\text{m}$ . Po ověření funkčnosti došlo také k vytvoření testovacího prototypu vyrobeného sítotiskem na materiálu PET. Realizované prototypy jsou vyobrazeny na obrázku II. [1]

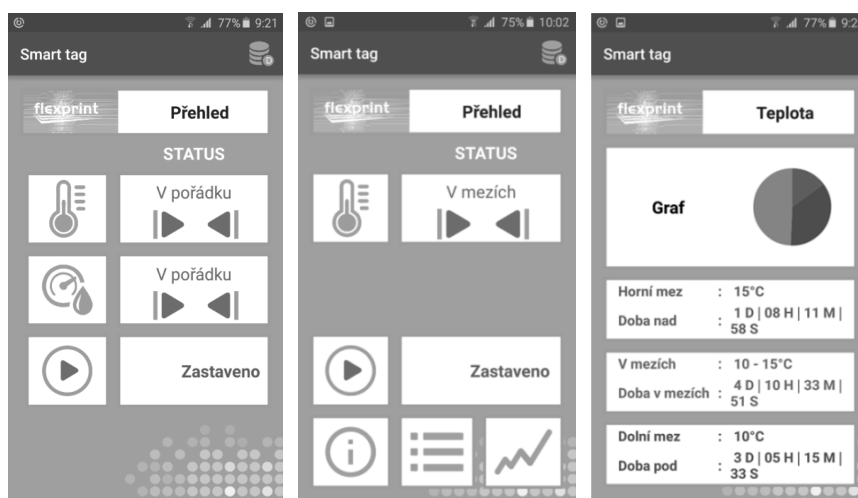


**Obrázek II. Prototypy vícečipového řešení**

### III. OVLÁDÁNÍ A ZÍSKÁVÁNÍ DAT ZE SENZOROVÉHO SYSTÉMU

Pro vyčtení dat z realizovaných systémů byla zvolena mobilní platforma Android. Důvodem je podpora ISO 15693 od verze Android API 10 a stále narůstající počet chytrých mobilních telefonů disponující NFC technologií. Pro zvolenou platformu byla vyvinuta aplikace, umožňující ovládat a vyčíst data z obou realizovaných sensorových systémů. Zpětná kompatibilita aplikace je garantovaná do verze API 14, což je Android OS verze 4.0. [1]

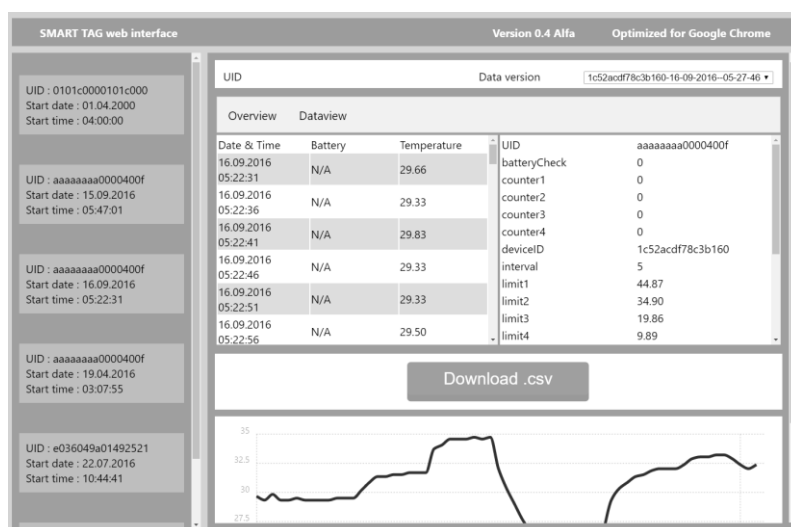
Jelikož aplikace umí ovládat jak jednočipové řešení, tak i vícečipové řešení, byla vnitřně rozvětvena logicky na dvě části. První obsahuje komunikaci a grafické rozhraní pro jednočipové řešení a druhá obsahuje komunikaci a grafické rozhraní pro vícečipové řešení. Po přiložení měřicího systému k zařízení je automaticky spuštěna startovací aktivita, která sama z přiloženého sensorového systému detekuje typ a následně spustí správné grafické rozhraní a komunikaci. Vizualizace grafického rozhraní realizované aplikace je vyobrazena na obrázku III. [1]



**Obrázek III. Ukázka grafického rozhraní aplikace**

Aplikace vyčtená data ukládá do interní SQLite databáze. Uložená data lze zpětně procházet a případně exportovat do souboru typu CSV. Takto vyexportovaná data lze zpracovat v běžném tabulkovém procesoru, nebo ve vyvinuté desktopové aplikaci pro hromadnou analýzu těchto výstupních CSV souborů. [1]

V současné době je aplikace rozšiřována o funkcionalitu automatického ukládání vyčtených dat do cloudové realtime NoSQL databáze. Tato databáze je zprostředkována službou Firebase, která také poskytuje mj. webový hosting. Tento hosting je využíván k hostování vyvíjené webové aplikace, umožňuje pohodlné procházení uložených dat. Grafické rozhraní webové aplikace je vyobrazeno na obrázku IV. [1] [2]



**Obrázek IV.** Vyvinuté webové rozhraní pro prohlížení dat

## IV. ZÁVĚR

Výsledkem této vývojové práce jsou dva typy senzorových systémů. První, jednočipový systém, je maximálně jednoduchý. Druhý (vícečipový) systém je již složitější, ale komplexnější. Tento systém je teoreticky možné upravit pro připojení lib. sensoru. Oba systémy byly navrhovány s důrazem na jednoduchost a to hlavně kvůli výrobě těchto systémů i na flexibilní substrát typu PET za pomoci síťotisku a vodivého lepení součástek.

Realizované senzorové systémy se ovládají a vyčítají vyvinutou aplikací pro platformu Android. Tato aplikace je stále vyvíjena a rozšiřována. Současný vývoj začleňuje rozšíření aplikace o možnost ukládání dat do cloudové databáze. Z této databáze lze uložená data procházet pomocí vyvinuté webové aplikace. Ukládání dat do cloudu názorně demonstruje potenciál podobného senzorového systému v logistice a při skladování. Využitím komunikace dle ISO 15693 je totiž možné hromadně vyčtení více senzorových systémů na jednu (např.: více balení zboží uložených na paletě). Takto hromadně vyčtená data mohou být následně pohodlně procházena a kontrolována ve webové aplikaci.

## PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ZČU č. SGS-2015-020 Technologické a materiálové systémy v elektrotechnice.

## LITERATURA

- [1] ŠÍMA, Karel. Návrh a realizace měřicího senzorového systému s NFC rozhraním pro monitorování okolního prostředí. Plzeň, 2016. diplomová práce (Ing.). ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Fakulta elektrotechnická
- [2] Firebase: Documentation [online]. 2016 [cit. 2016-09-21]. Dostupné z: <https://firebase.google.com/docs/>