

Nová generace obvodů RFID

Úvod

Logistika, doprava, označování zboží a mnoho dalších dílčích operací se dá shrnout pod termín management zásobovacích řetězců (Supply Chain Management – SCM). Jedná se o klíčové aplikační oblasti, ve kterých se očekává největší využití radiofrekvenční identifikace (RFID). Plná automatizace sběru a následného zpracování dat z označených výrobků představuje ohromný prostor pro další rozšíření a zdokonalování systémů RFID. Úspěšné masové rozšíření této technologie je ale přímo závislé na optimálním poměru cena/výkon těchto nejmenších, ale nejdůležitějších prvků celého systému – křemíkových identifikačních čipů.

Firma EM Microelectronic, součást světově známého mezinárodního koncernu Swatch Group, uvádí na trh nový čip UHF RFID s označením EM4222. Při jeho vývoji byla provedena optimalizace se záměrem zredukovat cenu na minimum. Je to první reprezentant zcela nové generace transpondérů UHF, postavený na zkušenostech z vývoje a z použití v konkrétních aplikacích čipu EM4022 (<http://www.emmicroelectronic.com/Products.asp?IdProduct=129>), který firma vyvinula před několika lety. Nový obvod EM4222 je optimalizován z hlediska dosažení maximální výtěžnosti při výrobě. Hlavní důraz byl kladen na minimální rozměry čipu (přibližně 0,45 mm²) a tedy minimální výrobní náklady. Funkce byly maximálně a záměrně zjednodušeny – jedná se o verzi read-only UHF se dvěma vývody pro připojení antény.

Popis obvodu

Čip EM4222 je napájen ze čtecího zařízení vysílajícího signál RF. Ten je přes připojenou anténu přijat transpondérem, usměrněn a z něj je vytvořeno napájecí napětí. Předprogramovaný identifikační kód čipu je pak vyslán nazpět do čtecího zařízení (back-scatter). Kmitočtově nezávislý čip byl navržen pro vázané aplikace RF a podle typu připojené antény je provozován nejčastěji na těchto kmitočtech: 869 MHz, 902–928 MHz a 2,45 GHz. Na čipu je realizován robustní a rychlý antikolizní protokol. S výjimkou antény nejsou potřeba žádné další externí součástky – na čipu je integrován oscilátor a usměrňovač.

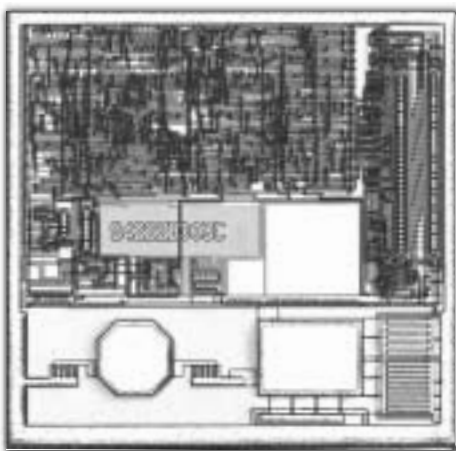
V závislosti na konfiguraci systému se běžně dosahuje těchto typických parametrů:

- rychlost přenosu dat 256 kb/s,
- rychlost čtení 120 kódů (tagů)/s,
- komunikační vzdálenost několik metrů.

Skutečné parametry budou ovlivněny konkrétní aplikační oblastí a technologickými standardy specifickými pro každou zemi. Mezi ně patří maximální množství energie emitované čtecím zařízením, nosný kmitočet, charakteristika transpondéru v souvislosti s velikostí a tvarem anténní smyčky apod.

Souhrn technických parametrů čipu:

- při výrobě je naprogramován unikátní 64bitový identifikační kód,
- rychlost přenosu dosahuje až 256 kb/s (dodává se ve dvou rychlostních verzích),
- komunikační vzdálenost 2–20 m,
- typické použití na kmitočtech 869 MHz; 902–928 MHz; 2,45 GHz,



Obr. 1 Vnitřní struktura obvodu EM4222

- oscilátor i usměrňovač jsou integrovány na čipu,
- napájecí napětí od 1 V,
- nízká spotřeba,
- pracovní teplotní rozsah –40 až +85°C.

Hlavní aplikační oblasti

Čipy EM4222 jsou ideální pro všechny aplikace, kde se vyžaduje větší čtecí vzdálenost, vysokorychlostní přenos dat a rychlé antikolizní zabezpečení. Vzhledem k atraktivní ceně lze EM4222 využít k identifikaci od úrovně plných palet se zbožím až po jednotlivé kusy zboží. Protože je čip velmi malý, bude uplatněn především v logistice v typických množstvích řádu desítek milionů kusů. Pro takovéto výrobní série je cena čipu nižší než 3 Kč.

Firma EM Microelectronic prodává čipy EM4222 všem svým zákazníkům a partnerům, kteří se zabývají výrobou identifikačních prvků – tagů RF, samolepicích etiket, nejrůznějších modulů – pro aplikace z dopravy, logistiky, sportovních akcí, transportu zavazadel, balíků a mnoha dalších. Vzhledem k minimálním roz-

měrům lze čip integrovat do jakéhokoliv transpondéru. V některých oblastech je vyžadováno, aby byl identifikační čip ne přímo neviditelný (to z pochopitelných důvodů zajistit nelze), ale téměř nepovšimnutelný. Se svou vlastní technologií výroby doslova ohebných křemíkových plátek, je EM Microelectronic schopna dosáhnout tloušťek 50 μm, výhledově potom až 20 μm. Při těchto tloušťkách se čip stává skutečně ohebným a lze si snadno představit umístění např. do papíru tlustého 100 μm. Další podrobnosti na <http://www.emmicroelectronic.com/Line2.asp?IdLine=40>.

Z nejrůznějších dalších aplikačních oblastí pro technologii RFID lze jmenovat např.:

- sledování pohybů a tras,
- přístupové systémy (bezkontaktní identifikační karty),
- ochrana a evidence majetku,
- evidence zavazadel,
- sledování vozidel,
- imobilizéry v automobilech,
- elektronické klíče (bezdotykové odemýkání dveří),
- evidence mýtného na dálnicích,
- označování zvířat,
- organizace sportovních akcí atd.

Pozadí vývoje

Vedle funkčních parametrů figuruje cena transpondéru na prvním místě při posuzování efektivnosti nasazení identifikace RF. S cílem snížit cenu transpondéru na nejnižší možnou úroveň byl usměrňovač integrován na čip, čímž se vyloučila nutnost použít externí součástky. Jiným faktorem pro redukci ceny je minimalizace plochy čipu a možnost přímého připojení anténních vývodů technikou flip-chip.

Vzhledem k tomu, že transpondér není jediným prvkem celého systému RFID, musí návrhář brát v úvahu koncepci sestavy tak, aby bylo dosaženo maximálního výkonu při běžném provozu. Systém RFID se v praxi obvykle sestává z mnoha transpondérů a jednoho, spíše však z více čtecích zařízení.

Vedle funkčních možností a výkonu, které jsou dány vlastní vnitřní strukturou čipu, ovlivňuje výkon tagu mnoho dalších faktorů. Standardní tagy se vyrábějí pro typické a obecné aplikace. Maximálního výkonu při konkrétním nasazení lze však dosáhnout pouze zákaznickým návrhem, tedy modifikací standardní topologie podle požadavků uživatele. Je třeba pečlivě vzájemně vyladit následující parametry: nosný kmitočet, šířka

pásma, tvar, rozměry a polarizaci antény, podložku tagu, materiál, ze kterého bude vyroben, apod.

Pokud se takto podaří vyvinout pro danou aplikaci „ideální“ tag, dalším krokem ve vývoji je způsob jeho bezdrátové komunikace se čtecím zařízením. V systémech RFID pracujících na nižších kmitočtech např. 125 kHz a 13,56 MHz jsou energie i data přenášeny modulací na nosné frekvenci elektromagnetického pole šířeného z antény obvodu. Pro většinu aplikací pracujících na principu induktivně vázaných zátěží je třeba ve sledovaném prostoru zajistit rovnoměrné rozložení magnetického pole. Obvykle předpokládáme, že vlastnosti a homogenita vysokofrekvenčního pole na nižších kanálech pásma UHF má z hlediska šíření podobnou prostorovou strukturu v celé šíři používaného frekvenčního pásma (viz obr. 2), avšak skutečnost bývá poněkud odlišná.

Charakteristiky rozložení pole v oblasti UHF a v mikrovlnných pásmech jsou ovlivňovány způsobem šíření, odrazy, interferencemi a deformacemi elektromagnetické vlny v konkrétním fyzikálním prostředí. Různé typy materiálů přítomných v uvažovaném prostředí budou odrážet signál RF a vytvářet mnohonásobné zeslabující efekty, které mohou vyústit v úplné vynulování pole RF v některých místech. Tagy umístěné v těchto „hluchých“ místech nemusí vůbec zachytit signál čtecího zařízení a to tedy zrna-

takto vůbec nezachytí signál. Řešení jsou možná dvě – buď zajistit posun tagů ve vymezeném prostoru nebo pohybovat radiofrekvenčním polem. V některých aplikacích to může představovat dokonce výhodu. Při vývoji optimalizovaného systému UHF RF je nutné vzít v úvahu všechny tyto charakteristiky.

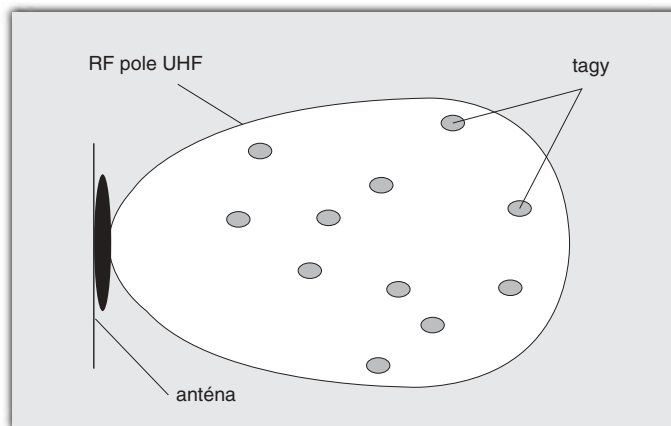
Vyrovnat se s tímto nerovnoměrným rozložením vysokofrekvenčního pole lze již na úrovni transpondéru pomocí jednoduchého ale efektivního protokolu. Každý transpondér musí vykazovat rychlou odezvu hned, jak se objeví v oblasti pokryté signálem. Navíc – s dosažením velké komunikační vzdálenosti – dochází běžně k výskytu mnoha tagů současně v dosahu jednoho čtecího zařízení. Tato situace se stává standardní v mnoha aplikacích a vynutila si vytvoření efektivního antikolizního protokolu. V zásadě existují dva různé způsoby zahájení komunikace mezi čtecím zařízením a tagy:

- priorita čtecího zařízení – Reader Talk First (RTF),
- priorita tagu – Tag Talk First (TTF).

V případě protokolu RTF zůstává tag v nečinnosti až do té doby, než je adreso-

složitost čipu a jeho velikost. Také musí být zajištěno jejich spolehlivé napájení přenosem energie právě v okamžiku, kdy s nimi chce čtečka komunikovat. To mnohdy nelze v aplikacích UHF jednoduše zajistit.

Čip EM4222 – představitel druhého typu protokolu (TTF) – se ohlašuje sám od sebe čtecímu zařízení vysláním svého unikátního identifikačního kódu hned, jak detekuje přítomnost čtecího zařízení. To



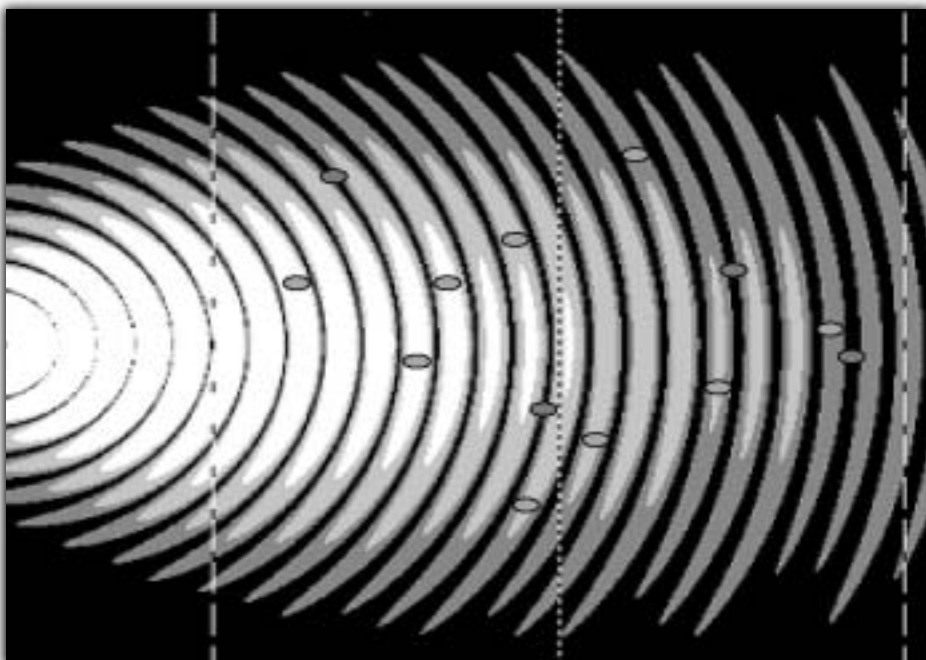
Obr. 2 Příklad možného prostorového uspořádání

přináší v každém případě výhodu, protože odpadá nutnost čekat na příkaz čtečky ke komunikaci. Ve srovnání s technikou RTF jsou čipy TTF méně složité, vystačí s menší šířkou kmitočtového pásma, jsou menší a tedy levnější.

Na systémové úrovni je důležité zvážit fakt, že v případě statického radiofrekvenčního pole může dojít k situaci, že některé tagy nejsou identifikovány čtecím zařízením. Jak již bylo řečeno, v těchto případech je nutné zajistit buď pohyb tagů nebo zdroje vykrývajícího prostor vysokofrekvenční energií. Protože je využití identifikačních systémů UHF optimální právě v aplikacích s pohyblivými tagy, kde se dosahuje nejlepších výsledků, ukazují se jako optimální pro nasazení v logistice a SCM. K přečtení dat zde dochází většinou tehdy, kdy se cíle (tagy) přemístí z jednoho místa na druhé. Pokud není možné z nějakých důvodů zajistit pohyb tagů během čtecího procesu, je možné místo toho použít časově multiplexované vícenásobné antény nebo současně více čtecích zařízení v daném prostoru.

Informace o novém produktu

Firma EM Microelectronic oznámila zahájení vývoje dalšího miniaturního a proto velmi levného čipu RFID, který bude pracovat v prostředí a za podmínek definovaných mezinárodní normou ISO18000-6A. Vzorky budou k dispozici do konce roku a to ihned po ratifikaci tohoto nového standardu. Nový čip EM4223 bude umožňovat zpětnou funkční kompatibilitu se stávajícím ob-



Obr. 3 Reálná situace v simulovaném režimu

mená nulovou odezvu a chybnou identifikaci. Obr. 3 znázorňuje simulované UHF RF pole, které se skutečně blíží reálnému prostředí. Některé tagy, které se vyskytnou v lokálních minimech v pole,

ván, respektive než zaznamená výzvu čtecího zařízení ke komunikaci. Teprve tehdy se „probudí“. Obvody pracující v módu RTF musí obsahovat přinejmenším příkazový překladač, který nutně zvyšuje

vodem EM4222. V tomto módu se bude lišit pouze v počtu bitů, které tag vysílá jako odpověď čtecímu zařízení. Dalším vylepšením je možnost volby obou způsobů zahájení komunikace (TTF nebo RTF) a zdokonalení antikolizního protokolu.

Historie, současnost a další vývoj

Švýcarská firma EM Microelectronic má vlastní výrobní zázemí blízko Neuchatelu a své původní zkušenosti s výrobou elektronických prvků pro mezinárodní koncern Swatch Group (z hlediska obratu největší světový výrobce hodinek) postupem času zhodnotila v dokonalém zvládnutí technologie CMOS s nízkým napájecím napětím a extrémně nízkým příkonem. Právě to jsou jedny z hlavních faktorů podmiňujících úspěšnou výrobu identifikačních čipů RF. S technologií RFID se v EM Microelectronic aktivně pracuje již od roku 1989. Po zahájení hromadné výroby čipů read-only v roce 1990 a read-write v roce následujícím, získala cenu za nejlepšího výrobce plastových identifikačních karet read-only splňujících mezinárodní normu ISO (1993). Hned v následujícím roce se poprvé čipy RFID z EM Microelectronic objevují též v imobilizérech mnoha výrobců automobilů a získá-

vají 40% podíl celosvětového trhu. Příkladem zcela odlišné aplikace může být firma Swatch a přístupové čipy read-write nasazené v roce 1995 ve 300 lyžařských střediscích třinácti různých zemí. Rok 1996 znamenal pro imobilizéry zdokonalení díky implementaci speciální kryptografické ochrany do čipů RFID. Po vzniku samostatné divize Smart Cards se v roce 2000 objevují aplikace také pro logistiku – první systémy pracovaly na kmitočtech 125 kHz a 13,56 MHz. Identifikační technologie EM Microelectronic použité v dopravě je možné vysledovat např. v roce 2001 při instalaci kompletního veřejného dopravního systému v Ženevě.

Z posledních zpráv je podstatná informace z 15. ledna 2003, kdy společnost Swatch Group získala 100 % akcií firmy SID Sokymat IDent Component GmbH sídlící v Reichshof-Wehnrathu v Německu od švýcarské firmy Sokymat SA. Sokymat je vedoucí světovou firmou v oblasti vývoje a výroby všech typů zabezpečovacích a přístupových systémů RFID v automobilovém průmyslu. Nejnovější verze imobilizérů a všech bezkontaktních prvků pro otevírání dveří bez klasických klíčů, startování automobilu, monitorování různých veličin (tlak v pneumatikách, ABS, zrychlení, teplota, atp.) –

to vše je dnes již běžný sortiment pro takové automobilky jako jsou Audi, Honda, Fiat, Renault, Peugeot, Volvo, VW, Seat a jejich dodavatele Valeo, Delphi, Bosch, Siemens nebo Kostal.

Ani současný vývoj se ale nezastavuje, ba právě naopak urychluje. Návrháři ve firmě ASICentrum, která je od roku 2001 součástí EM Microelectronic a tedy celé Swatch Group, pracují již na zákaznické modifikaci obvodu EM4222 s označením EM4223. Žádné informace – s výjimkou těch, které byly zmíněny již dříve v tomto článku – nelze z pochopitelných důvodů zveřejnit, nicméně pro bližší představu – vývoj byl zahájen v polovině května 2003 a první prototypy budou vyrobeny koncem tohoto roku. Další vývojové skupiny pracují na modifikaci softwarových a hardwarových čtecích zařízení a na mnoha dalších projektech nejenom z oblasti identifikace RF.

Podle poslední studie nezávislé firmy VDC (Venture Development Corporation) byla EM Microelectronic v roce 2002 největším výrobcem čipů RFID, což představuje 22,8% podíl na celosvětovém trhu.

Thomas Gyger,
Ondřej Hruška