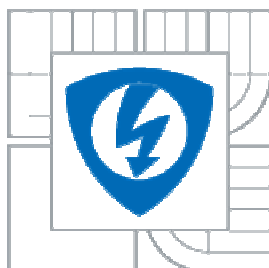




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

ELEKTRONICKÝ DOCHÁZKOVÝ SEŠIT

Electronic attendance book

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ NEZVAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Josef Šandera, PhD.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Mikroelektronika

Student: Bc. Tomáš Nezval
Ročník: 2

ID: 72785
Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Elektronický docházkový sešit

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s principy, vlastnostmi a provedením elektronických identifikačních čipů.
Navrhněte a realizujte zařízení, které nahradí docházkový sešit. Data zapisujte do paměťové karty.
Sestavte software pro zpracování dat na počítači. Předpokládá se spolupráce s firmou SMTplus.CZ.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Josef Šandera, Ph.D.

prof. Ing. Vladislav Musil, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „Elektronický docházkový sešit“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 26. května 2011

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Josef Šandera, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne 26. května 2011

.....
podpis autora

Abstrakt - Elektronický docházkový sešit

Tato diplomová práce se zabývá rozбором dostupných identifikačních čipů a návrhem docházkového sešitu, který tyto čipy bude využívat a ukládat měřené informace do souboru na paměťovou kartu. Jeden z úkolů je porovnání různých typů identifikačních čipů a karet a vybrání nejvhodnějšího typu pro realizaci zařízení. Dále je v této práci popsán souborový systém FAT, který je využíván pro ukládání dat na kartu.

Abstrakt - Electronic attendance book

This Master's thesis deals with analysis of available identification chips and the design electronic attendance book that these chips will use and store the measured information to a file on a memory card. One of the tasks is to compare different kinds of identification cards and chips, and select the most appropriate type for the implementation process. Additionally, the work described the FAT file system, which is used for data storage card.

Klíčová slova:

identifikační karty a čipy, RFID, AM modulace, tag, čtečka, souborový systém, mikropočítač, komunikace

The key words:

identification cards and chips, RFID, AM modulation, tag, reader, file system, microcontroller, communication

NEZVAL, T. *Elektronický docházkový sešit*: Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 45s., 5s příloh. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Šandera, PhD.

Obsah:

1	Úvod:	8
2	Požadavky:	8
3	Výčet funkcí a požadavků	9
4	Identifikační čipy:.....	10
4.1	RFID 125 (134) kHz	10
4.2	RFID 13,56 MHz	10
4.3	RFID 5,8 GHz	10
4.4	Produkty pro bezkontaktní identifikaci.....	11
4.5	Typy RFID čipů	11
4.5.1	Pasivní	11
4.5.2	Aktivní	12
4.6	Identifikace RFID čipů	12
4.7	Informace obsažené v paměti RFID čipu.....	12
4.8	Funkce RFID tagu.....	12
4.9	Rozdělení podle možnosti zápisu.....	13
5	Výběr tagů a obvodu pro čtečku.....	13
6	Paměťové karty	18
6.1	Přehled používaných paměťových karet.....	18
	SmartMedia	18
	Memory Stick.....	18
	xD formát	18
	CompactFlash.....	18
	MultiMediaCard	19
	Secure Digital.....	19
	SDHC	19
6.2	Bližší specifikace SD karty	20
6.2.1	Základní vlastnosti.....	20
6.2.2	Srovnání SD a MMC karet	20
6.2.3	Životnost.....	20
6.2.4	Automatický režim spánku	20
6.2.5	Vkládání paměťové karty za běhu zařízení	21
6.3	SPI mód.....	21
6.4	Zapojení vývodů SD karty	21
6.5	Inicializace a přechod paměťové karty do SPI módu	22
6.6	Protokol SPI.....	22
6.7	Některé příkazy protokolu SPI.....	23
6.8	Formát zasílání příkazů.....	23
6.8.1	Odpověď (Response) R1	23
6.8.2	Odpověď (Response) R1b	23
6.8.3	Odpověď (Response) R2	24
6.8.4	Odpověď (Response) R3	24
6.8.5	Odpověď přijatých dat (Data response).....	24
6.8.6	Odpověď na data (Data token) protokolu SPI	24
6.8.7	Odpověď na chybná data (Data error token)	25
6.9	Vnitřní paměťové registry.....	25
7	Souborové systémy.....	26
8	Souborový systém FAT16.....	27
9	MCU a jeho periferie.....	28
10	Zdroje reálného času	29
10.1	Porovnání vybraných obvodů reálného času.	30
11	Přehrávání hlasových záznamů	31
	Praktická část – konstrukce Elektronického sešitu.....	32
12	Blokové schéma:	32

13	Čtečka RFID.....	33
14	Zobrazovací a ovládací prvky	35
15	Řečový modul	36
16	Napájecí a podpůrné obvody.....	37
17	Záznamník událostí	38
18	Rozhraní pro komunikaci	38
18.1	Rozhraní RS-485.....	39
18.2	Rozhraní USB	39
18.3	Bezdrátové rozhraní	40
19	Konstrukce docházkového sešitu	41
20	Popis programu procesoru.....	42
21	Vstupní a výstupní soubory docházkového sešitu.....	43
22	Závěr	44
23	Použitá literatura	45
24	Přílohy	48

Seznam obrázků:

Obrázek 1: základní princip komunikace RFID.....	11
Obrázek 2: blokové schéma pasivního RFID tagu [18]	13
Obrázek 3: RFID přístupový čip - přívěšek	14
Obrázek 4: manchester code [20].....	14
Obrázek 5: skládání datového a hodinového signálu [19].....	15
Obrázek 6: princip činnosti systému [20].....	16
Obrázek 7: vnitřní zapojení obvodu EM4095 [17].....	17
Obrázek 8: zapojení vývodů SD karty [4].....	21
Obrázek 9: čtení z alokační tabulky [10].....	28
Obrázek 10: LCD 128x64	29
Obrázek 11: DS1302 - obvod reálného času	30
Obrázek 12: blokové schéma řečového modulu [22].....	31
Obrázek 13: blokové schéma elektronického sešitu.....	32
Obrázek 14: schéma RFID čtečky	33
Obrázek 15: změřené průběhy signálů na čtečce	34
Obrázek 16: frekvence modulačního signálu	35
Obrázek 17: zobrazovací a ovládací části	36
Obrázek 18: zapojení obvodu ISD1790	37
Obrázek 19: napájecí a podpůrné obvody	38
Obrázek 20: zapojení paměťové karty	38
Obrázek 21: zapojení budiče RS-485.....	39
Obrázek 22: blokové schéma obvodu FT232 [23].....	40
Obrázek 23: bezdrátový modul RFM12B	40
Obrázek 24: konstrukce docházkového sešitu.....	41
Obrázek 25: RFID anténa.....	41
Obrázek 26: vývojový diagram	42
Obrázek 27: výkres krytu krabičky	48
Obrázek 28: výkres dna krabičky.....	49
Obrázek 29: schéma řídicí jednotky EAB.....	50
Obrázek 30: osazovací plán řídicí jednotky	51
Obrázek 31: řídicí jednotka, vrstva TOP, měřítko 2:1	51
Obrázek 32: řídicí jednotka, vrstva BOTTOM, měřítko 2:1	52

Seznam tabulek:

Tabulka 1: paměťové pole pro manchesterský kód [20]	15
Tabulka 2: popis vývodů SD karty [4]	21
Tabulka 3: příkazy protokolu SPI	23
Tabulka 4: formát příkazu	23
Tabulka 5: odpověď R1.....	24
Tabulka 6: data response	24
Tabulka 7: error response	25
Tabulka 8: přehledová tabulka omezení některých souborových systémů [11].....	26
Tabulka 9: hlavní oblasti FAT16.....	27
Tabulka 10: boot sektor.....	27
Tabulka 11: root adresář.....	28
Tabulka 12: funkce vývodu LCD [21]	29
Tabulka 13: RFIDLIST.TXT	43
Tabulka 14: STAVLIDI.TXT.....	43
Tabulka 15: PRISTUPY.TXT	43
Tabulka 16: soubor jednoho čipu	44

Použité zkratky:

CID – *Card Identification register*
CS – *Chip Select*
EAB – *Electronic Attendance Book*
FAT – *File Allocation Table*
I/O – *input/output*
MMC – *Multimedia Card*
MBR – *Master Boot Rekord*
OCR – *Operation Conditions register*
RFID – *Radio Frequency Identification*
RTC – *Real Time Circuit*
SD – *Secure Digital*
SPI - *Serial Peripheral Interface*

1 Úvod:

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a konstrukcí elektronického docházkového sešitu s ohledem na co nejnižší pořizovací náklady. Konečným produktem je malé zařízení, které se upevní ke dveřím a po přiložení identifikačního čipu se zaznamená číslo čipu popř. jméno osoby, které byl čip přidělen, datum a čas pořízení záznamu, informace zda osoba do prostoru vstupuje nebo jej opouští a další informace na přání zákazníka (číslování záznamů, počet přístupů za určitý čas atd.). Elektronický docházkový sešit by měl nahradit ruční zapisování osob, času příchodu a odchodu do sešitu. Prvním krokem je zjištění jaké typy přístupových systémů a identifikačních čipů existují a následně vybrat nejvhodnější pro tento projekt. Dále se projekt zabývá návrhem ostatních částí, to znamená ovládací prvky, zobrazování stavu, způsob napájení, ukládání dat na vhodné paměťové médium, výkonové výstupy se zařízení pro otevírání dveří, návrhem desek plošných spojů, programem pro řídicí procesor a mechanickým provedením v závislosti na vnitřním nebo venkovním použití.

2 Požadavky:

- Přečtení identifikačního čipu
- Reálný čas pro pořizované záznamy s větší přesností než u záznamníku událostí v reálném čase
- Ukládání dat do paměti po dobu minimálně jeden měsíc
- Výstup pro otevírání dveří
- Jednoduchá obsluha
- Přehledné zpracovávání zapsaných dat
- Nahrazení ručního zapisování do sešitu
- Zaznamenávání poznámek (např. odchod k lékaři)

3 Výčet funkcí a požadavků

Elektronický sešit musí umět identifikovat jednotlivé osoby a to jak při vstupu do objektu, tak při odchodu. Pro tuto základní funkci bude využita **Radio Frequency Identification** (RFID). Každá osoba musí být vybavena čipem nebo čipovou kartou, která obsahuje jedinečné číslo a po přiložení ke čtečce se rozhodne o uložení přístupu do paměti.

Vzhledem ke snadnému zacházení a zpracovávání dat v PC, musí být paměť snadno přístupná a data přenositelná do počítače. Nejvhodnější proto bude paměťová karta běžně používaná např. v digitálních fotoaparátech. Další její výhodou je komunikační rozhraní implementované běžně v 8-mi bitových mikroprocesorech.

Základní údaje (čas, datum, jméno osoby a stav zařízení) je potřeba zobrazovat tak, aby byly snadno čitelné pochopitelné pro obsluhu. Tuto podmínku nejlépe splní velký grafický displej s LED podsvícením. Splnění požadavku ukládání poznámek (odchod k lékaři apod.) vyžaduje jednoduchou klávesnici s několika tlačítky. Aby mohl být zaznamenáván čas příchodu a odchodu osob z hlídaného objektu, je potřeba zdroj reálného času (RTC).

Další otázkou je napájecí zdroj zařízení. Vzhledem k tomu, že zařízení nebude mobilní, ale bude pevně instalované, můžeme zvolit napájení ze sítě pomocí adaptéru malého napětí cca 12V.

Pokud budeme uvažovat do budoucna spojení více docházkových sešitů, bylo by vhodné vybavit sešit rozhraním pro komunikaci např. RS-485 nebo bezdrátová komunikace pomocí RF modulů v pásmu 868MHz. Zařízení bude nutné nějakým způsobem nakonfigurovat, takže bude nezbytné i rozhraní pro připojení k PC, např. USB.

Poslední věcí bude řečový modul pro přehrávání krátkých zpráv, aby byl EAB v něčem výjimečný než konkurenční zařízení.

V dalších kapitolách budou postupně rozebrány dílčí požadavky a vybrané řešení a komponenty pro použití v EAB.

4 Identifikační čipy:

Radio Frequency Identification, identifikace na rádiové frekvenci (RFID) je generace identifikátorů navržených k identifikaci zboží, navazující na systém čárových kódů. Čipy jsou k dispozici v provedení pro čtení nebo pro čtení a zápis. Čipy využívají hlavně nosnou frekvenci 125 kHz, 134 kHz a 13,56 MHz. V některých zemích se dají používat i další frekvence jako 868 MHz (v Evropě) a 915 MHz (v Americe).

4.1 RFID 125 (134) kHz

Tato technologie se používá nejdéle a je v současné době nejrozšířenější. Výhodou je jednoduchá a tím i levná konstrukce čtečky, relativně větší dosah a velmi jednoduchá softwarová obsluha čipu. Čtecí vzdálenost závisí na velikosti cívky v transponderu a konstrukci čtečky. S ISO kartou lze běžně dosáhnout 15 cm. Identifikační čipy jsou pasivní R/O nebo R/W případně s ochranou obsahu heslem. Nejčastější aplikací RFID 125 kHz v ČR je přístupový systém. Frekvence 134 kHz je vyhrazena pro identifikaci zvířat. [14]

4.2 RFID 13,56 MHz

Pro náročnější aplikace se používají různé technologie na frekvenci 13,56 MHz. Výhodou je vyšší přenosová rychlost dat a vyšší úroveň zabezpečení. Nevýhodou obvykle kratší čtecí vzdálenost, dražší čtečky a složitější obsluha čipu. S běžnou čtečkou a ISO kartou lze dosáhnout čtecí vzdálenost 5 - 10 cm. Identifikační čipy jsou obvykle pasivní R/W s heslem nebo zabezpečením dat (např. DECT). Častou aplikací jsou elektronická peněženka, jízdenka a další druhy předplatného. V poslední době se rozšiřují i aplikace prosté identifikace předmětů a osob bez využití dalších funkcí. [14]

4.3 RFID 5,8 GHz

Pro některé aplikace je nevyhovující poměrně krátká čtecí vzdálenost, kterou lze dosáhnout s pasivními transpondery. Pro takové aplikace se používají transpondery s vestavěnou baterií a pak se dosah zvýší až na 10m. Mezi typické aplikace patří např. identifikace vozidel, identifikace kontejnerů na překladištích apod. [14]

4.4 Produkty pro bezkontaktní identifikaci

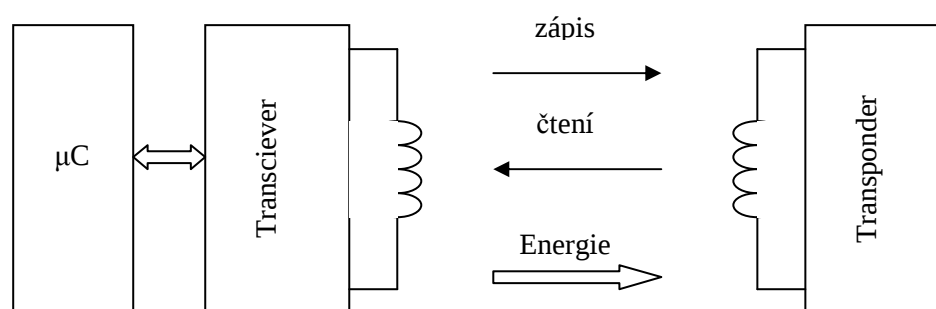
Bezkontaktní ISO karty jsou pasivní transpondéry, splňující normu ISO pro rozměr, které komunikují se čtečkou v daném radiovém frekvenčním pásmu. Rozměry karet a tolerance jsou dány normou ISO 7816. Srdcem těchto karet je čip Unique, se 64 bitovým, laserem naprogramovaným, unikátním číslem. [15]

Klíčenka UQ - Tento typ transpondéru, jehož výrobcem je firma SOKYMAT je koncipován jako přívěsek na klíče a je opět vybaven čipem Unique se 64bitovým unikátním kódem. Svým tvarem je pak přímo předurčen pro použití v přístupových systémech, tajné (zabezpečené) identifikaci nebo například identifikace zákazníku v rekreačních oblastech. [15]

4.5 Typy RFID čipů

4.5.1 Pasivní

Vysílač (snímač) periodicky vysílá pulsy do okolí. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije přijímaný signál k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Využití nalézají jako nástupce čárového kódu. Pasivní čipy dokáží vysílat buď jedno číslo (EPC), určené při jejich výrobě, nebo disponují navíc ještě dodatečnou pamětí, do které lze zapisovat a číst další informace. [16]



Obrázek 1: základní princip komunikace RFID

4.5.2 Aktivní

Používá se méně často než pasivní systém RFID. Jsou totiž složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení a jsou schopny samy vysílat své identifikace - používají se proto pro aktivní lokalizaci. Aktivní RFID čipy kromě svého identifikačního čísla většinou mají prostor pro další informace, které (na podnět obdobný výzvě pro identifikaci) dokáží ukládat nebo odeslat spolu s identifikačním číslem. [16]

4.6 Identifikace RFID čipů

RFID čipy obsahují 96-ti bitové unikátní číslo takzvané EPC (Electronic Product Code), které (z hlediska logistiky a obchodu) může být přiděleno každému jednotlivému konkrétnímu kusu zboží. EPC se přiděluje centrálně výrobcům v jednotlivých řadách. EPC o délce 96 bitů má nabídnout dostatečný číselný prostor 268 milionům výrobců produkujícím každý 16 milionů druhů výrobků (tříd) a v každé třídě je prostor pro 68 miliard sériových čísel. Protože zatím není ani teoretický výhled na upotřebení takového množství čísel EPC, mohou čipy používat EPC o délce 64 bitů, což sníží jejich cenu. Na druhou stranu je zde i výhled pro přechod na 128 bitů pro případ, že by číselné řady přestaly stačit. [14]

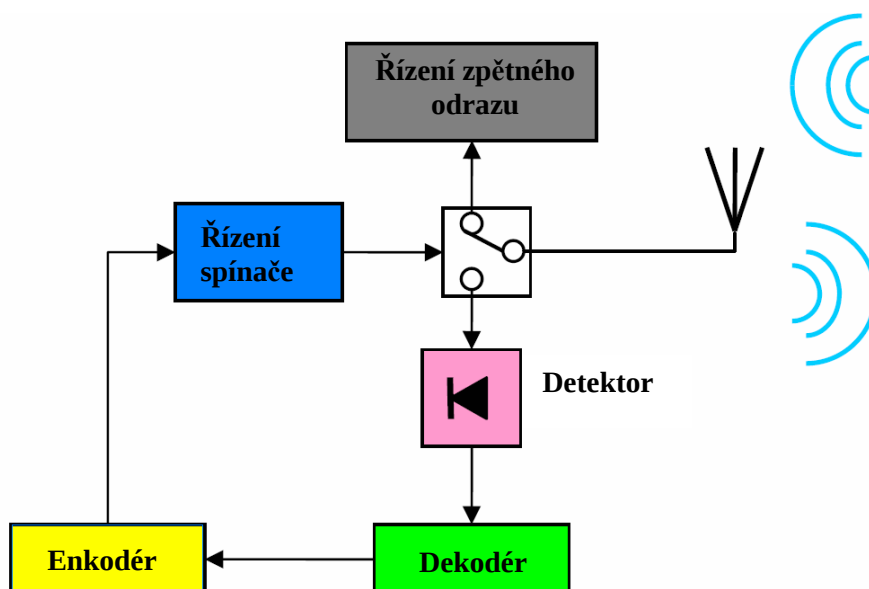
4.7 Informace obsažené v paměti RFID čipu

K odvozování informací na základě EPC přímo slouží služba zvaná Object Name Service - ONS. Ta přiřazuje ke každému EPC adresu s popisem zboží ve formátu XML, resp. jeho speciálním derivátu PML - Physical Markup Language. V tomto formátu se mohou uchovávat všechna potřebná data ke zboží, jako je jeho záruka, trvanlivost, způsoby použití a další údaje, jež může obchodník snadno importovat a používat. [14]

4.8 Funkce RFID tagu

Funkce zařízení je následující - čtečka vyšle modulovaný signál, tzv. „wake-up” signál, který tag přijme, demoduluje pomocí diodového detektoru a přijatá data pošle do digitálních obvodů na čipu v tagu. Čtečka přestane vysílat modulovaný signál a začne vysílat nemodulovanou nosnou vlnu. Tag podle uložených dat přepíná zátěž antény tagu mezi impedančně přizpůsobeným stavem, kdy je maximum energie pohlcováno v tagu, a nepřizpůsobeným stavem, kdy anténa tagu dopadající vlnu nejvíce odráží. Tímto způsobem tag mění svou efektivní odraznou plochu a moduluje odrážený signál. Tento slabý odražený signál je přijat čtečkou, kde jsou z něj demodulována data z tagu.

Je také možná činnost RFID tagu bez tzv. „wake-up” signálu, kdy čtečka stále vysílá nemodulovanou vlnu a ve chvíli, kdy je u něj tag tak blízko, že má potřebnou energii pro činnost svých obvodů, začne stejným způsobem vysílat svá data. Datové rychlosti se většinou pohybují od 100 bit/s do 10 kbit/s. Kromě výše popsaného způsobu modulace, který odpovídá ASK modulaci, je možné realizovat i PSK (popř. i FSK) modulaci odráženého signálu. [18]



Obrázek 2: blokové schéma pasivního RFID tagu [18]

4.9 Rozdělení podle možnosti zápisu

- Read only – lze číst pouze sériové číslo zakódované při výrobě tagu
- WORM (jednou zapsatelné) – vhodné pro etiketu na zboží
- Read/Write – mnohokrát přepsatelné

5 Výběr tagů a obvodu pro čtečku

Pro elektronický docházkový sešit jsem po prostudování používaných technologií v RFID vybral pasivní identifikační čipy pracující na frekvenci 125kHz, protože jsou určeny především pro aplikace typu „elektronický docházkový sešit“ atd. Hlavní výhodou proti technologii pracující na 13,56MHz je snazší návrh plošného spoje, antény a obsluha obvodu pro čtení čipů.

Identifikace na frekvenci 125kHz používá několik typů čipových technologií. Běžně používané komunikační protokoly jsou EM4102, EM4305, EM4450, ATA5575M1, ATA5575M2, ATA5577. Tyto protokoly se liší délkou identifikačního čísla, použitým kódováním dat a výpočtem kontrolních součtů.

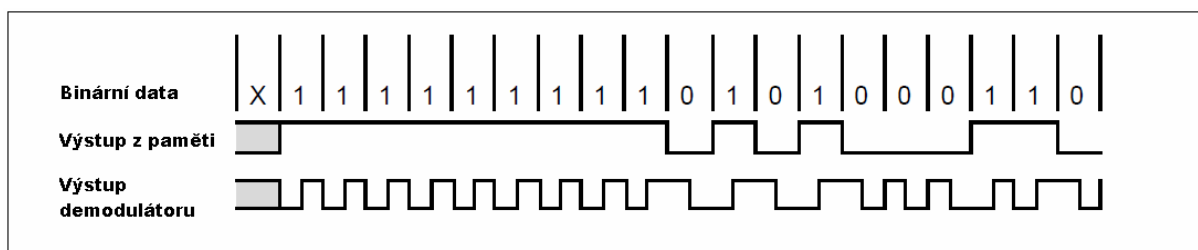


Obrázek 3: RFID přístupový čip - přívěšek

Vhodný obvod pro konstrukci čtečky je integrovaný obvod EM4095 od firmy EM MICROELETRONIC. Jedná se o přijímač/vysílač určený pro RFID pracující a AM modulací nosné vlny. Obvod je vybavený jednoduchým rozhraním pro mikropočítač.

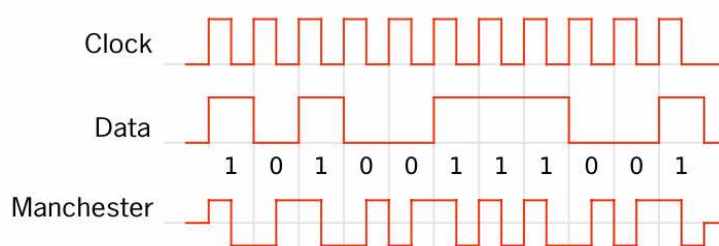
Použití je především pro imobilizéry automobilů, ruční čtečky a čtečky s nízkou pořizovací cenou. Obvod EM4095 lze provozovat ve stavu pouze pro čtení nebo ve stavu pro čtení i zápis čipu. Dále se obvod vyznačuje velmi nízkým klidovým odběrem proudu v úsporném režimu cca 1μA, rozsahem napájecího napětí kompatibilního s USB a malým provedením v pouzdru SO16.

Tento obvod podporuje protokoly EM4102, EM4200, EM4450 a EM4305. Pro docházkový sešit byl zvolen komunikační protokol EM4102 s kódováním typu „manchester“.



Obrázek 4: manchester code [20]

Kódování Manchester je způsob kódování dat pro synchronní přenos. Manchesterský kód spojuje původní datový signál se synchronizačním signálem, a tedy umožňuje synchronní komunikaci. Pro vyjádření hodnoty bitu se do poloviny bitového intervalu původního signálu vloží hrana - změna signálu. Pokud signál v této hraně přechází z vysoké úrovně na nízkou úroveň, vyjadřuje hrana hodnotu bitu 1. Pokud signál přechází z nízké úrovně na vysokou úroveň, hodnota bitu je 0. Protože se hrana vždy nachází uprostřed každého bitového intervalu, může snadno sloužit k synchronizaci. [19]



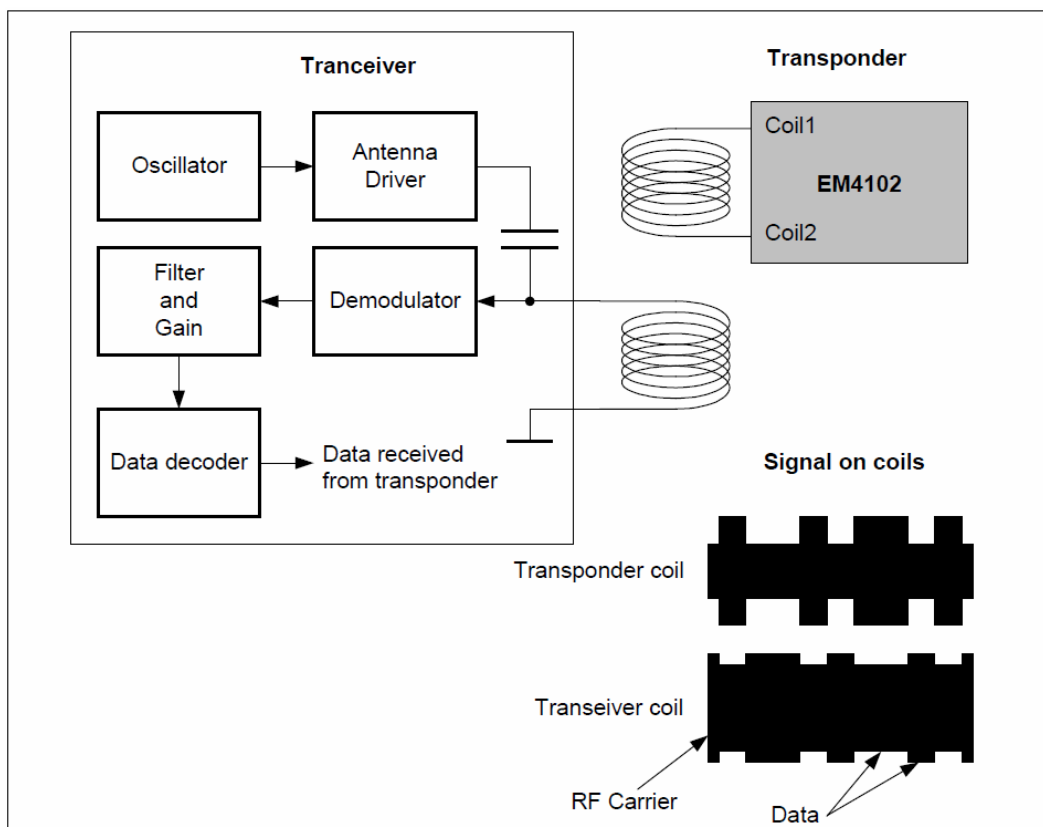
Obrázek 5: skládání datového a hodinového signálu [19]

Dále protokol EM4102 využívá 64 bitů dlouhý paket pro přenos informací o čipu. Data jsou rozdělena do 5-ti skupin informací. 9 bitů je použito jako hlavička přenosu, 10 bitů je řadová parita dat (P0 – P9), 4 bity jsou sloupcová parita (PC0 – PC3), 40 datových bitů (D00 – D93) a 1 stop bit (S0 = log 0).

Tabulka 1: paměťové pole pro manchesterský kód [20]

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9 header bits				
8 version bits or customer ID									D00	D01	D02	D03	P0	10 line parity bits
									D10	D11	D12	D13	P1	
									D20	D21	D22	D23	P2	
									D30	D31	D32	D33	P3	
									D40	D41	D42	D43	P4	
									D50	D51	D52	D53	P5	
									D60	D61	D62	D63	P6	
									D70	D71	D72	D73	P7	
									D80	D81	D82	D83	P8	
									D90	D91	D92	D93	P9	
32 data bits									PC0	PC1	PC2	PC3	S0	4 column parity bits

Hlavička dat je tvořena 9-ti bity, které jsou naprogramovány do úrovně log. 1. Vzhledem k organizaci dat a paritě nesmí být tato sekvence nikde použita v datové části. Po hlavičce následuje 10 skupin čtyř datových bitů, které poskytují 100 miliard kombinací a každá čtveřice bitů je ukončena paritním bitem. Poslední skupina se skládá ze čtyř sloupcových paritních bitů, které již nejsou zakončeny řadovou paritou, ale bitem S0 (log. 0). Bity D00 až D03 a D10 až D13 jsou zákaznickem specifikovatelné. Těchto 64 bitů je sériově vysíláno nepřetržitě, dokud má RFID čip dostatek energie.



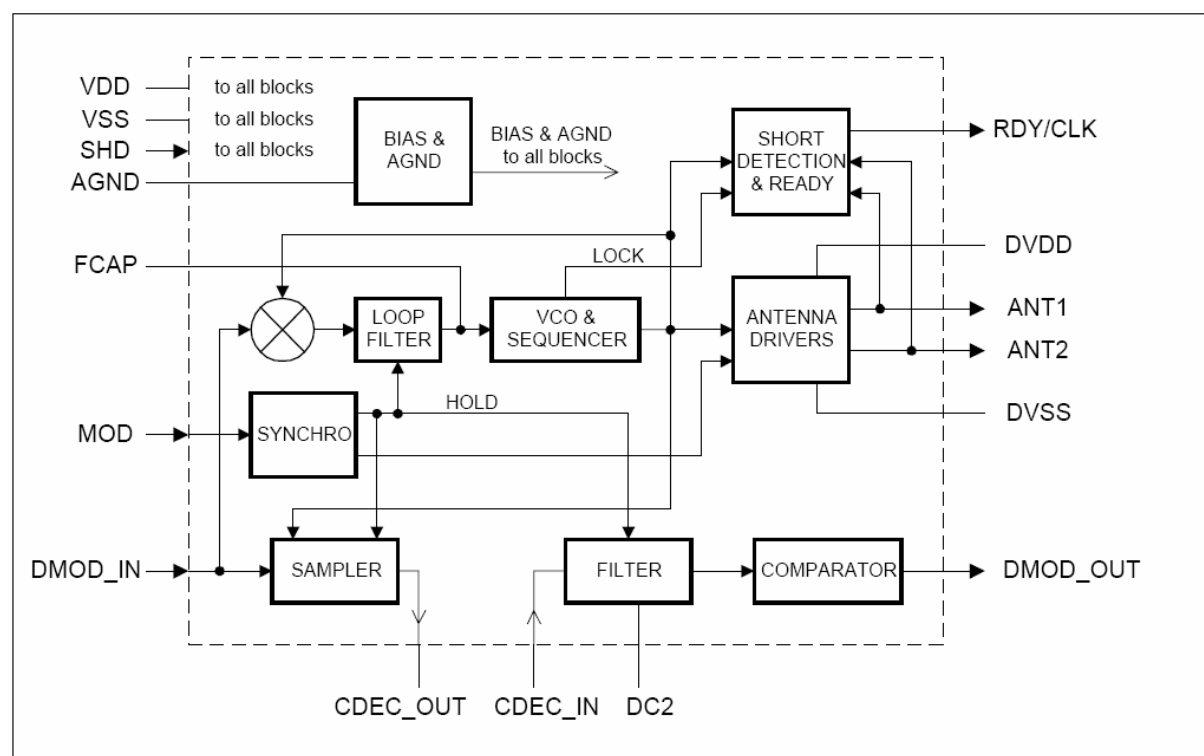
Obrázek 6: princip činnosti systému [20]

Na obrázku 7 je vnitřní zapojení EM4095, které vyžaduje pro svou činnost přidání několika externích součástek pro DC a RF filtrování, snímání proudu a oddělení napájení. Obvod vyžaduje stabilizovaný zdroj napětí. Funkce obvodu je řízena vstupy SHD a MOD. Když je SHD v log.1 EM4095 přechází do režimu spánku a proud je minimalizován. Při zapnutí napájení musí být SHD v log.1, aby došlo ke správné inicializaci. Při SHD v log.0 je povoleno RF vysílání anténou a na výstupu DEMOD_OUT bude demodulované napětí které je právě zachyceno anténou. Tento signál je dále zpracováván mikroprocesorem.

Analogové bloky

- Obvod vykonává dvě základní funkce a to přenos signálu a příjem. Předávání energie zahrnuje blok řízení proudu do externí antény ke generování magnetického pole.
- Příjem obsahuje AM demodulátor signálu transpondéru přes anténu. Příjem je založen na snímání absorpce modulační signálu transpondérem. Řídící obvody poskytují energii pro nastavení pracovní frekvence typicky 125kHz. Aktuálně dodávaná energie záleží na jakosti rezonančního obvodu. Je doporučeno navrhovat anténu tak, aby maximální proud nemohl překročit 250mA. Další limitující parametr je odvod tepla z pouzdra součástky. Vývody ANT jsou chráněny proti zkratu.

- Fázový záměr je složen ze zpětnovazebního filtru, napětím řízeného oscilátoru (VCO) a bloků pro sledování fáze. Díky své konstrukci PLL nastaví frekvenci přesně na rezonanční kmitočet obvodu. PLL je schopný pracovat v rozsahu 100 - 150kHz.



Obrázek 7: vnitřní zapojení obvodu EM4095 [17]

Obvod je potřeba doplnit o několik diskrétních součástek pro správnou funkci. Nejdůležitější částí je rezonanční obvod tvořený třemi kondenzátory a cívkou, která funguje jako anténa. Rezonanční kmitočet antény je daný vztahem:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_A C_0}} \quad (5.1)$$

L_A je indukčnost cívky, která tvoří anténu přijímače a C_0 je celková kapacita rezonančního obvodu. Pomocí parametrů těchto prvků se nastaví rezonanční kmitočet na 125 kHz, který je nezbytný pro komunikaci s tagy vybranými pro elektronický docházkový sešit.

6 Paměťové karty

6.1 Přehled používaných paměťových karet

SmartMedia je druh paměťové karty vyvinuté společností Toshiba určené především pro použití v digitálních fotoaparátech, mp3 přehrávačích a PDA.

První SmartMedia karta byla představena v létě roku 1995. V současné době nejsou vyráběna nová zařízení podporující standard SM karet ani karty samotné. Karty je možné číst v disketových mechanikách za pomoci „FlashPathe“. [7]

Memory Stick je paměťová karta uvedená na trh firmou Sony v roce 1998. Původní karty měly kapacitu do 128 MB nebo v případě Memory Stick Select, kde byly použity dvě paměťové banky v jedné kartě, do 256 MB. Vylepšená verze Memory Stick Pro zvětšila přenosovou rychlost a kapacitu, u verze Memory Stick Duo se zmenšily rozměry karty (existuje i Pro Duo verze). Zatím poslední uvedená verze karty je miniaturní Memory Stick Micro, která je označována jako M2. [7]

xD formát je konkurencí především pro formáty jako Secure Digital card (SD), CompactFlash (CF) či Memory Stick od firmy Sony. xD karty jsou v porovnání s některými staršími typy (jako SmartMedia (SM), MultiMediaCard (MMC) nebo MemoryStick (MS)) rychlejší a mají poměrně malou spotřebu energie. Tyto karty jsou ovšem v porovnání až dvakrát dražší, než karty o stejných objemech jiných typů a nejsou tak široce podporovány ve fotoaparátech ani čtečkách, nebo u výrobců příslušenství. Formát xD je patentovaný používaný pouze u Fujifilmu a Olympusu, stejně tak, jako například karta Memory Stick u Sony, to znamená, že chybí veřejná dokumentace a popis provedení (opakem k tomuto jsou formáty SD či CompactFlash). Při formátování karty v počítači můžou nastat problémy s jejím rozpoznáním ve fotoaparátu či jiném zařízení.

Kvůli omezenému použití v jiných kategoriích než jsou digitální fotoaparáty, karty xD ztrácejí na popularitě na úkor typu SD, jež jsou všestranně používány v PDA, digitálních audio přehrávačích, a většinou ostatních výrobců digitálních fotoaparátů. [7]

CompactFlash (CF) byl původně typ zařízení pro ukládání dat používaný v přenosných elektronických zařízeních. Jako záznamové médium používá flash paměť ve standardizovaném pouzdru. Poprvé bylo specifikováno a vyrobeno společností SanDisk Corporation v roce 1994. Fyzický formát je dnes používán pro mnoho zařízení. Existují dva typy CF karet: Type I (tloušťka 3,3 mm) a trochu tlustší Type II (5 mm). Disk IBM Microdrive rozměrem odpovídá CF Type II. Jako rozhraní bylo zvoleno klasické IDE. Rychlostní specifikace CF postupně přidávají nové přenosové režimy ATA, poslední specifikace CF 4.0 podporuje režim Ultra-

DMA 5. Kapacitní a rychlostní omezení CF odpovídají použitému ATA režimu, v současnosti existují karty s kapacitou až 64 GB. CF karty používají v profesionálních digitálních fotoaparátech a kamerách nebo místo pevných disků v průmyslových počítačích nebo počítačích s nízkou spotřebou. Jako flash paměť s vhodným rozhraním poskytují alternativu k SSD, které se zatím vyrábějí s relativně vysokou kapacitou a cenou. Je k tomu potřeba redukce CF-IDE, která neobsahuje žádnou přidanou elektroniku (popř. CF-SATA, kde je přítomen PATA-SATA můstek). Díky absenci rotačního zpoždění klasických magnetických disků toto řešení může výrazně urychlit některé úlohy na PC (spouštění systému, aplikací). [7]

MultiMediaCard (MMC) je standard paměťové karty s technologií paměti flash. Vyvinuta byla v roce 1997 firmami Siemens AG a SanDisk. Je založena na patentu firmy Toshiba (paměť NAND), čímž je dosažena její menší velikost, než u systémů založených na pamětech NOR firmy Intel (CompactFlash). MMC je velká přibližně jako poštovní známka: 24 mm x 32 mm x 1.4 mm. MMC používá 1 bitové sériové rozhraní, novější verze používají 4 nebo 8 bitová rozhraní.

Obvykle jsou MMC karty používány jako paměťová média v přenosných zařízeních, dají se snadno přenést a přečíst do osobního počítače. Například digitální fotoaparát používá MMC k ukládání fotografií, později, přes čtečku paměťových karet, se fotografie přenesou do PC. [7]

Secure Digital (zkratka **SD**) je paměťová karta používaná v přenosných zařízeních včetně digitálních fotoaparátů, přenosných počítačů a mobilních telefonech.

Jako médium je použita flash paměť. SD karty byly vytvořeny na základě formátu Multi Media Card (MMC), ale oproti tomuto staršímu formátu jsou silnější. DRM (digitální správa práv) je přítomna, ale málo se používá. SD karty mají nejčastěji rozměry 32 x 24 x 2,1 mm, ale mohou být i tenčí - 1,4 mm jako MMC karty. Tyto karty na rozdíl od MMC mají malý postranní vypínač na ochranu proti nechtěnému zápisu. Pokud je nastaven na LOCK, nelze na kartu nic ukládat ani uložená data jakkoliv měnit, pokud je nastaven na OPEN, můžete na kartu libovolně zapisovat a měnit uložená data. [7]

SDHC (Secure Digital High Capacity) je nástupnickou technologií výroby karet SD. Mezi klíčové výhody se řadí především možnost výroby paměťových karet kapacit nad 2 GB (s teoretickým maximem až 2048GB), limit předchozí technologie SD je 2 GB. Naopak nevýhodou SDHC je absence zpětné kompatibility se staršími čtečkami SD karet. Nové SD čtečky a zařízení (fotoaparáty, hudební přehrávače, atd.) s podporou SDHC jsou již zpětně kompatibilní v tom smyslu, že dokážou číst nebo zapisovat i na všechny starší SD karty. U SDHC karet se také nově zavádí označení minimální rychlosti zápisu, označení by se mělo uvádět pod logem SDHC. Class 2 garantuje rychlost 2 MB/s, Class 4 garantuje rychlost 4 MB/s a Class 6 garantuje minimálně 6 MB/s.

Označování maximální rychlosti je založeno na násobcích rychlosti CD (150 kB/s) Celková rychlost přenosu závisí na kartě v kombinaci se čtečkou. Každá kombinace karty a čtečky dává jiné výsledky. Čím starší anebo univerzálnější USB čtečka, tím horší výsledky. Teoretické (dosud nedosažené) maximum rychlosti do PC je limit USB 2.0 HiSpeed 400 Mb/s (~50 MB/s). Panasonic (jeden z iniciátorů SD formátu) ohlásil, že vyvine čtečku s přenosem 40 MB/s. [7]

Z důvodu největšího rozšíření jsem vybral pro záznamník událostí paměťovou kartu SD/MMC. K těmto typům karet je také nejvíce informací a dokumentace na internetu. Maximální velikost paměťové karty bude teoreticky 2 GB.

6.2 Bližší specifikace SD karty

6.2.1 Základní vlastnosti

Hmotnost přibližně 1 g

Rozměry plné velikosti karty 32x24x2 (d x š x v) mm

Napájecí napětí 2,7 V – 3,6 V

Maximální odběr: čtení 50 mA

 zápis 60 mA

 režim sleep 150 µA

6.2.2 Srovnání SD a MMC karet

SD karty jsou o 0,7mm tlustší a mají 9pinů pro připojení proti 7-mi pinům u MMC karty. SD karty jsou vybaveny mechanickým přepínačem ochrany zápisu, SD karty mají navíc implementovanu technologii SDMI pro ochranu copyrightu zvukových nahrávek. [6]

6.2.3 Životnost

Paměťové karty SanDisk mají typickou životnost 100 000 zápisů pro každý sektor. Čtení je z principu neomezené. Vzhledem k životnosti přístrojů, kde se paměťové karty používají, je karta využita jenom zlomek její předpokládané doby. [6]

6.2.4 Automatický režim spánku

Velkou výhodou je vlastnost, která umožňuje kartě přejít do režimu spánku zcela samostatně. Pokud jsou zpracovány všechny příkazy hostitelského zařízení, pak do několika milisekund přechází karta sama do režimu spánku. Karta přejde do pohotovostního režimu, jakmile se objeví další příkaz. Vše je plně automatické a tím se dosáhne minimální spotřeba karty. [6]

6.2.5 Vkládání paměťové karty za běhu zařízení

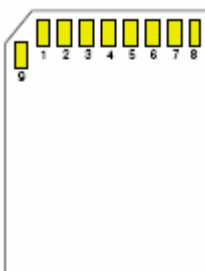
Vložení karty za běhu do zařízení je samozřejmě možné, ale je potřeba, aby k tomu byl uzpůsoben konektor. Piny na místě napájení musí být delší než ostatní. Při vkládání karty se musí nejprve ke kartě připojit napájení a až poté další piny, datové vodiče apod. [6]

6.3 SPI mód

SPI mód je jedním z volitelných komunikačních módů, které jsou na SD kartě k dispozici. Je navržen pro komunikaci po SPI sběrnici, kterou má většina jednočipových mikropočítačů. Typ komunikačního módu lze vybrat jednou a to pouze během prvního *reset* příkazu. Jediným způsobem jak změnit komunikační mód je odpojení karty od napájení. Karta se vybírá a je aktivní přivedením *log.0* na výběrový vstup CS (Chip Select).

Při použití SPI protokolu jsou využívány 3 základní komunikační vodiče a signál CS. Signál CS (Chip Select) musí být aktivní po celou dobu komunikace. Vývod DI jsou přijímaná data od hostitelského zařízení a DO jsou data vysílaná k hostitelskému zařízení. Hodinový signál CLK je kartou pouze přijímán z hostitelského zařízení. [6]

6.4 Zapojení vývodů SD karty



Obrázek 8: zapojení vývodů SD karty [4]

Tabulka 2: popis vývodů SD karty [4]

Pin	SD 4-bitový Mód		SD 1-bitový Mód		SPI Mód	
1	CD/DAT[3]	Data	NC	Nepoužito	CS	Výběr karty
2	CMD	Příkaz	CMD	Příkaz	DI	Data vstup
3	VSS1	Zem	VSS1	Zem	VSS1	Zem
4	VDD	Napájení	VDD	Napájení	VDD	Napájení
5	CLK	Hodiny	CLK	Hodiny	SCLK	Hodiny
6	VSS2	zem	VSS2	Zem	VSS2	Zem
7	DAT[0]	Data	DATA	Data	DO	Data výstup
8	DAT[1]	Data	IRQ	Přerušení	IRQ	Přerušení
9	DAT[2]	Data	RW	Čekání čtení	NC	Nepoužito

6.5 Inicializace a přechod paměťové karty do SPI módu

Pro přechod do SPI módu je nutné:

- Na výběrový signál přivést neaktivní úroveň
- Provést 80 hodinových cyklů
- CS nastavit do aktivní úrovně a zaslat příkaz CMD0. V tuto chvíli karta přechází do SPI módu
- Nyní musíme počkat na response (odezvu) typu R1 po CMD0, hodnota R1 musí být 0x01, jiná hodnota znamená chybu.
- Poslat příkaz CMD1 a očekávat odpověď R1, hodnota musí být nyní 0x00, pokud není, poslání příkazu CMD1 se opakuje.
- Po příjmu správné odpovědi R1 může začít přenos dat.

Dokud neproběhnou v pořádku tyto kroky, neměla by rychlost SPI sběrnice přesáhnout 400kHz.

Potom můžeme rychlost zvýšit.

6.6 Protokol SPI

V SPI módu je všechna komunikace zarovnána na 8bitů (1Byte). SPI protokol se skládá ze tří hlavních částí:

- Příkazy – commands
- Odpovědi – responses
- Bloky dat – data blocks

Hostitelské zařízení řídí celou komunikaci. Vybraná karta odpovídá response rámcem na přijatý příkaz. Na každý přijatý blok dat odpovídá karta speciálním data response rámcem.

U SPI protokolu lze vypnout ochranu kontrolním CRC součtem, přesto je nutné první příkaz CMD0 při inicializaci doplnit platným CRC součtem. Ten je předem známý a je uvedený v manuálu karty.

6.7 Některé příkazy protokolu SPI

Tabulka 3: příkazy protokolu SPI

Číslo příkazu	Argument	Response	Popis příkazu
CMD0	Není	R1	Reset SD karty
CMD1	Není	R1	Aktivace inicializačního procesu
CMD9	Není	R1	Zašli svůj CSD
CMD10	Není	R1	Zašli svůj CID
CMD16	[31:0] délka bloku	R1	Nastaví délku komunikačního bloku pro další operace
CMD17	[31:0] adresa dat	R1	Načte z adresy data, počet bytů nastavuje CMD16
CMD24	[31:0] adresa dat	R1	Zapíše na adresu data, počet bytů nastavuje CMD16
CMD58	Není	R3	Přečti registr OCR

6.8 Formát zasílání příkazů

Příkazový blok má délku 6 bytů a jednotlivé bity mají následující význam:

Tabulka 4: formát příkazu

Pozice bitu	47	46	[45:40]	[39:8]	[7:1]	0
Šířka (bitů)	1	1	6	32	7	1
Hodnota	0	1	X	X	X	1
Popis	Start bit	Přenosový bit	Číslo příkazu	Argument	CRC7	End bit

6.8.1 Odpověď (Response) R1

Tato odpověď je kartou vysílána po každém přijatém příkazu kromě SEND_STATUS. Délka odpovědi je 1byte. Nejvyšší bit je nulový, ostatní bity odpovídají jednotlivým chybám. Chyby jsou uvedeny v následující tabulce.[6]

6.8.2 Odpověď (Response) R1b

Tato odpověď je stejná jako response R1 je doplněna pouze volitelným signálem BUSY, který může trvat libovolný počet bytů. Nulová hodnota znamená, že je karta zaneprázdněná.

Tabulka 5: odpověď R1

Bit	Chyba	Popis
0	Idle stav	Karta je v Idle stavu a provádí inicializaci
1	Reset mazání	Mazací sekvence nebyla dokončena, přišel příkaz zrušení mazání
2	Chybný příkaz	Byl přijat neexistující příkaz
3	Chyba CRC při komunikaci	Špatný CRC součet
4	Chyba sekvence mazání	Nastala chyba při sekvenci příkazů mazání
5	Chyba adresy	Byla použita nezarovnaná adresa vzhledem k délce komunikačního bloku
6	Chyba parametru	Parametr příkazu byl mimo povolený rozsah

6.8.3 Odpověď (Response) R2

Karta tuto odpověď posílá při přijmutí příkazu SEND_STATUS. Response R2 je dlouhý 2byty, první byte je stejný jako u R1.

6.8.4 Odpověď (Response) R3

Karta zasílá tuto odpověď při přijmutí příkazu READ_OCR (čtení OCR registru). Response R3 je dlouhý 5byty. První je shodný s R1, zbylé 4byty obsahují hodnotu OCR registru.

6.8.5 Odpověď přijatých dat (Data response)

Každý zapsaný datový blok je potvrzen pomocí odpovědi data response. Odpověď je 1byte dlouhá a její obsah ukazuje tabulka.

Tabulka 6: data response

7	6	5	4	3	2	1	0
x	X	X	0	A	B	C	1

Význam bitů ABC

- 010 – data byla přijata a zapsána v pořádku
- 101 – data byla odmítnuta kvůli chybě CRC
- 110 – data byla odmítnuta kvůli chybě při zápisu

6.8.6 Odpověď na data (Data token) protokolu SPI

Příkazy čtení a zápisu jsou spojeny se speciálními odpověďmi, přes které jsou data přijímány nebo vysílány. Odpovědi na data mají následující formát:

- 1.byte je příznak začátku bloku
- Uživatelská data

- Poslední 2 byty jsou CRC kontrolní součet

Pro čtení i zápis jediného sektoru je příznak *začátek bloku* roven hodnotě 0xFE

6.8.7 Odpověď na chybná data (Data error token)

Pokud nastane chyba při operaci čtení a karta není schopna dodat požadovaná data, vysílá se data error token. Je dlouhý 1byte a význam bitů je následující:

Tabulka 7: error response

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	A	B	C	D	E

Pokud v bitech ABCDE přečteme na některé pozici jedničku, nastala jedna z následujících chyb:

- A – karta je zamčena
- B – adresa mimo rozsah
- C – chyba opravy dat ECC
- D – chyba vnitřního kontroleru
- E – neznámá chyba

6.9 Vnitřní paměťové registry

Paměťová karta obsahuje speciální registry. Jsou to registry OCR, CID a CSD, které nesou informace o nastavení karty. Registr RCA slouží pro uchování relativní adresy právě probíhajícího přenosu. [6]

Registr OCR (Operation Conditions Register)

Je to registr pracovních podmínek. Je v něm uložena informace o pracovním napětí, dále je zde *Card power up status bit*, který se nastaví automaticky na hodnotu log.1 v případě, že proběhne úspěšně inicializační sekvence. [6]

Registr CID (Card Identification Register)

Je to registr identifikace karty. 16-ti bytová hodnota tohoto registru je neměnná a je dána při výrobě karty. Přesný význam jednotlivých bitů je popsán v technickém manuálu karty [5] kapitola 5.2. [6]

Registr CSD (Card Specific Register)

Tento registr obsahuje důležitá data pro práci s kartou. Některé bity jsou pouze pro čtení, jiné jsou programovatelné. Jsou zde uloženy informace o maximální přenosové rychlosti, maximální délce přenosového bloku, velikost paměti a další údaje. Po změně hodnoty v tomto registru je potřeba přepočítat CRC kontrolní součet.[6]

7 Souborové systémy

Souborový systém je označení pro způsob organizace informací tak, aby bylo možné je snadno najít a přistupovat k nim. Souborové systémy mohou používat paměťová média jako pevný disk nebo paměťovou kartu. Souborový systém umožňuje ukládat data do souborů, které jsou označeny názvy. Obvykle také umožňuje vytvářet adresáře, pomocí kterých lze soubory organizovat do stromové struktury.

Pevné disky bývají obvykle logicky rozděleny na oddíly (partition), takže souborový systém se nachází jen na konkrétním oddílu a ne na celém disku. To umožňuje mít na disku více nezávislých souborových systémů, které mohou být různého typu. Informace uložené v systému souborů se dělí na metadata a data. Metadata popisují strukturu souborového systému a nesou další informace, jako je velikost souboru, čas poslední změny souboru, čas posledního přístupu k souboru, vlastník souboru, oprávnění v systému souborů, seznam bloků dat, které tvoří vlastní soubor atd. Pojmeme data pak rozumíme obsah souboru, který můžeme přečíst, když soubor otevřeme. [11]

Tabulka 8: přehledová tabulka omezení některých souborových systémů [11]

Souborový systém	Max. délka názvu souboru	Použitelné znaky v názvech	Max. velikost souboru	Max. velikost diskového oddílu	Používáno od roku
FAT12	8b DOS 255b s LFN	Unicode kromě NULL	32MiB	32MiB až 512MiB	1980
FAT16	8b původně 255b s LFN / VFAT	Unicode kromě NULL	2GiB / 4GiB	16MiB až 4GiB	1983
FAT32	8b DOS 255b s LFN	Unicode kromě NULL	2GiB / 4GiB	2TiB	1987
NTFS	255b	Unicode kromě NULL	16EB	16EB	1995

Soubor ve FAT12, FAT16 a FAT32 má krátký název a může mít navíc dlouhý název. Pro dlouhé názvy platí uvedená omezení v tabulce. Krátké názvy jsou přesně 11 bajtů dlouhé (8 bajtů název, 3 bajty přípona - doplněné mezerami, pokud jsou kratší) nesmí obsahovat znaky NUL (0x00) a 229 (0xE5), které mají zvláštní význam (označení konce adresáře, respektive smazané položky) a při normálním použití neobsahují malá písmena. Některé ovladače souborových systémů nebo operační systémy nemusí podporovat dlouhé názvy. [11]

8 Souborový systém FAT16

Pro práci se soubory na kartě je potřeba vytvořit souborový systém. Nejvhodnější pro EAB bude souborový systém FAT16 který je snadno čitelný v počítači. Struktura nejdůležitějších oblastí souborového systému je následující:

Tabulka 9: hlavní oblasti FAT16

Master Boot Rekord (MBR)
Boot sektor
Rezervované sektory
Alokační tabulka 1
Alokační tabulka 2
Root adresář
Datová oblast

Master Boot Rekord je uložen na 1.sektoru media s adresou 0x00000000. MBR obsahuje tabulku rozdělení disku. Jsou to čtyři 16-ti bytové záznamy. Každý záznam obsahuje příznak aktivního oddílu, logickou adresu prvního sektoru oddílu a velikost oddílu. Více lze zjistit z článku [2].

Konfigurace Boot sektoru je v následující tabulce.

Tabulka 10: boot sektor

Adresa v Boot sektoru	Délka (bytů)	Popis
0x03	8	Jmenovka disku
0x0B	2	Počet bytů na sektor (512B)
0x0D	1	Počet sektorů na cluster
0x0E	2	Počet rezervovaných sektorů (1)
0x10	1	Počet tabulek (2)
0x16	2	Počet sektorů jedné FAT tabulky
0x20	4	Celkový počet sektorů oddílů

Adresa FAT tabulky se spočítá následovně:

$\text{Adresa_boot_sektoru} + (\text{počet_bytů_na_sektor} * \text{počet_rezervovaných_sektorů})$

Adresa začátku Root adresáře je:

$\text{Adresa_boot_sektoru} + (\text{počet_bytů_na_sektor} * (\text{počet_rezervovaných_sektorů} + (\text{počet_FAT} * \text{sektorů_na_FAT})))$

Adresa začátku datové oblasti je:

$\text{Adresa_Root} + (\text{max_položek_root} * 32)$

Každý soubor nebo adresář je v Root adresáři zastoupen jako 32B záznam. Nejdůležitější části jsou:

Tabulka 11: root adresář

Adresa položky + offset	Délka (bytů)	Popis
0x00	8	Název položky
0x08	3	Přípona položky
0x0B	1	Identifikace (soubor/adresář a atributy)
0x1A	2	První cluster souboru nebo adresáře
0x1C	4	Délka souboru

Příklad vstupu souboru

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00h	N	E	C	O					D	A	T	20h	rezervováno			
10h	rezervováno					čas		datum		02h 00h		27h 10h		00h 00h		

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00h	FFh	FFh	F8h	FFh	05h	00h	04h	00h	06h	00h	08h	00h	07h	00h	09h	00h
10h	FFh	FFh	0Ah	00h	FFh	FFh	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h
20h	00h	00h	FFh	FFh	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h	00h
30h																

Obrázek 9: čtení z alokační tabulky [10]

FAT tabulka by se dala přirovnat k mapě použitých clusterů v datové oblasti. Každá položka FAT16 má délku 2 byty a každá položka představuje jeden cluster v oblasti dat. První dva záznamy jsou pevně dané a nemají vztah k datové oblasti. Další záznamy jsou využitelné clusterly.

Když položka FAT tabulky obsahuje hodnotu 0x0000, jedná se o prázdný cluster. Hodnota 0xFFFF označuje konec souboru. Hodnoty 0x0002-0xFFEF znamenají, že se jedná o využitý sektor.

9 MCU a jeho periferie

Pro zobrazování základních údajů jako je čas, datum, jméno osoby a číslo přiloženého čipu je nutný displej. K dispozici jsou displeje:

- Sedmi-segmentové, které by umožnily zobrazit pouze čas nebo datum a jejich rozměry vzhledem k množství zobrazených informací jsou obrovské. Navíc pro řízení a buzení takového displeje by bylo zapotřebí řadič se sériovou komunikací nebo velké množství výstupních pinů z procesoru.

- Řádkové LCD – většinou obsahují inteligentní řadič se základní znakovou sadou a komunikační sběrnici (sériová/paralelní). Pro přehledné zobrazení všech údajů by bylo nutné použít LCD 4x16 nebo 4x20 znaků. Tato volba by byla vhodná pro ekonomickou verzi docházkového sešitu
- Monochromatické LCD – tyto displeje mají implementovaný řadič, ale většinou nemají znakovou sadu. Pro EAB jsou vhodné displeje s rozlišením 128x64 nebo 132x32. Jedním takovým je LCD je BG12864A osazený řadiči KS107. Displej má 20 vývodů. Komunikace probíhá po paralelní 8-mi bitové sběrnici a k ovládání slouží dalších 6 vodičů.

Tabulka 12: funkce vývodu LCD [21]

Pin	Symbol	Function
1	Vss	GND
2	Vdd	+ 5V(+3V option)
3	Vo	Contrast adjustment
4	D/I	Data/instruction
5	R/W	Data read/write
6	E	H -> L Enable signal
7~14	DB0~7	Data bus line
15	CS1	Chip select for IC1
16	CS2	Chip select for IC2
17	/RST	Reset
18	Vee	Negative voltage output(-4.8V)
19	A	Power supply for B/L (+)
20	K	Power supply for B/L (GND)



Obrázek 10: LCD 128x64

Displeje s rozlišením 128 x 64 bodů bývají často osazeny řadiči Samsung KS107. Tyto řadiče nevytikají žádnou velkou inteligencí, umožňují jen zobrazit na displeji body zapsané do paměti řadiče. Pro obsluhu celé plochy displeje jsou použity řadiče dva. Displej je rozdělen na dvě poloviny a každá je řízena jedním z řadičů. Tím vzniknou dvě oblasti, kde každá z nich je dále rozdělena na 8 stránek po 64 bytech. Každý bit paměti řadiče udává, zda daný bod displeje svítí nebo nesvítí. Data je třeba do paměti uložit tak, aby se na displeji rozsvítil požadovaný obrazec. Každý řadič je nutno obsluhovat zvlášť a k tomuto účelu slouží signály CS0 a CS1, které udávají s kterou částí displeje se právě pracuje. Signál E slouží k zápisu do displeje, signál D/I určuje, zda se do displeje zapisují data nebo příkazy a signály CS0, CS1 slouží k výběru obsluhované poloviny.

10 Zdroje reálného času

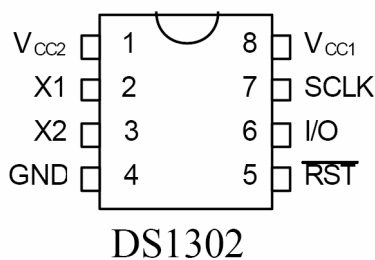
Obvodů, které slouží jako zdroje reálného času (RTC - real time circuit) existuje dnes nepřeberné množství. Hlavní rozdíly jsou v pouzdrech, komunikačním rozhraní, přesnosti a driftu poskytovaného času. Další rozdíl je v nutnosti připojit externí krystal nebo v některých typech je v součástce integrován. Některé obvody mají integrovanou dokonce záložní baterii, takže i při úplném odpojení

zařízení od zdroje elektrické energie RTC pracuje dál. Obvody dále mívají pár desítek bajtů uživatelsky přístupné paměti.

10.1 Porovnání vybraných obvodů reálného času.

Obvod DS1302 od firmy DALLAS Semiconductor.

- Z obvodu lze vyčíst vteřiny, minuty, hodiny, den v měsíci, měsíc, den v týdnu a rok s kompenzací přestupných roků, až do 2100.
- Sériová komunikace zajišťuje propojení s procesorem a to pouze po třech vodičích
- Rozsah napájecího napětí 2-5.5V
- Nízká spotřeba: při 2V <300nA
- Možnost připojení záložní baterie
- Nutnost připojení externího krystalu 32,678kHz



Obrázek 11: DS1302 - obvod reálného času

X1, X2 – vývody pro krystal 32,768kHz

GND – zem

V_{CC1}, V_{CC2} – napájecí napětí

RST – reset

I/O – data input/output

SCLK – hodinový vstup

Obvod od firmy Texas Instruments BQ32000:

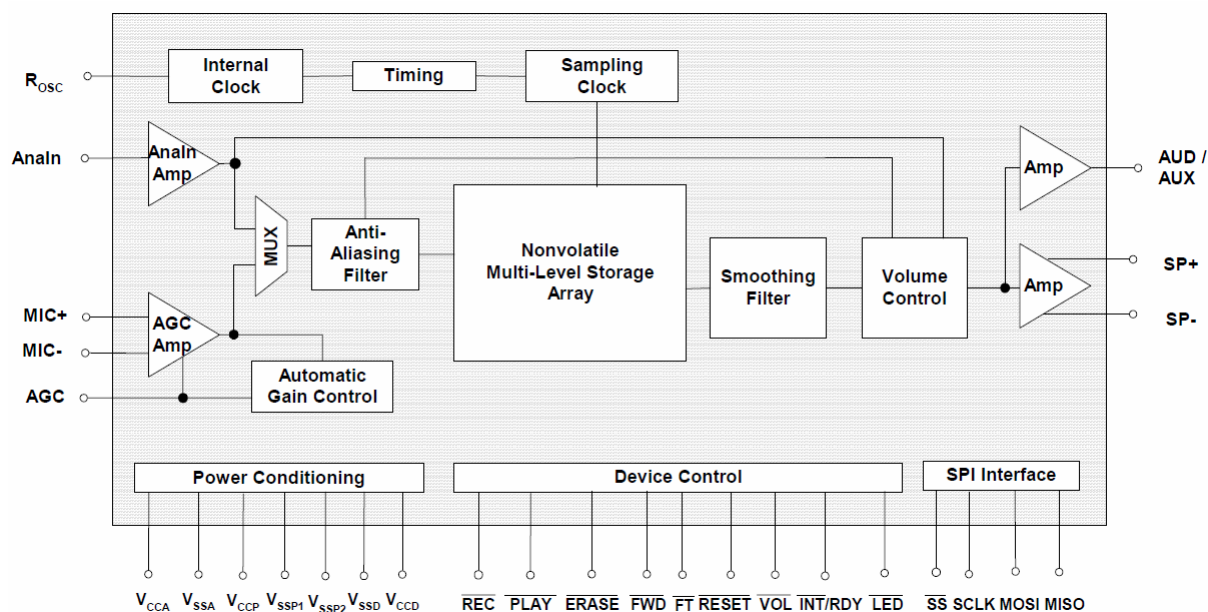
- Automatické přepínání mezi záložním a primárním zdrojem
- Podpora IIC rozhraní až do frekvence 400kHz
- Možnost kalibrace frekvence oscilátoru v rozmezí -63ppm až +126ppm
- Integrovaná detekce selhání oscilátoru
- 8-mi vývodové pouzdro, Rozsah napájecího napětí 3-3.6V

Obvod DS3232 od firmy Dallas Semiconductor

- Integrovaný krystalový oscilátor s přesností $\pm 2\text{ppm}$ při teplotách $0-40^\circ\text{C}$
- Vstup pro bateriové zálohování
- 236 Bytů zálohované paměti SRAM
- Nízká spotřeba
- Dva alarmy
- IIC sběrnice do frekvence 400kHz
- Senzor teploty a teplotní kompenzace oscilátoru

11 Přehrávání hlasových záznamů

Pro přehrávání hlasových záznamů byl vybrán obvod ISD1790. Tento obvod je vybaven vstupy pro ovládání tlačítka stejně jako předchozí verze řečových modulů firmy Winbond a navíc je přidáno rozhraní SPI pro komunikaci, tedy stejné rozhraní jako používá paměťová karta. Vybraný obvod umožňuje nahrát zvukový záznam v celkové délce 90 sekund při vzorkování 8 kHz.



Obrázek 12: blokové schéma řečového modulu [22]

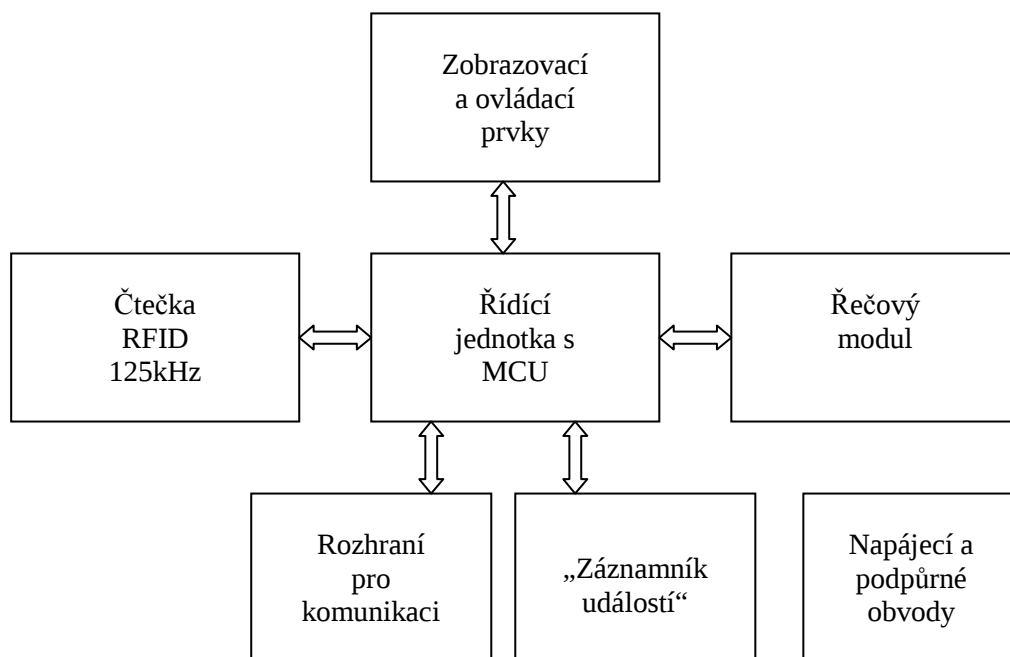
ISD1790 je vybaven vstupním zesilovačem, takže pro nahrávání stačí připojit elektretový mikrofon anebo lze použít vstup AnalIn a nahrávat zvuk z jiného zdroje. Zároveň je obvod vybaven i koncovým nízkofrekvenčním zesilovačem, ke kterému lze připojit bez jakýchkoliv dalších součástek reproduktor do 0,5 W.

Paměť je uzpůsobena tak, že lze k jednotlivým nahrávkám přistupovat libovolně. Nejkratší záznam může trvat pouze 125 ms při vzorkování 8 kHz.

Praktická část – konstrukce Elektronického sešitu

12 Blokové schéma:

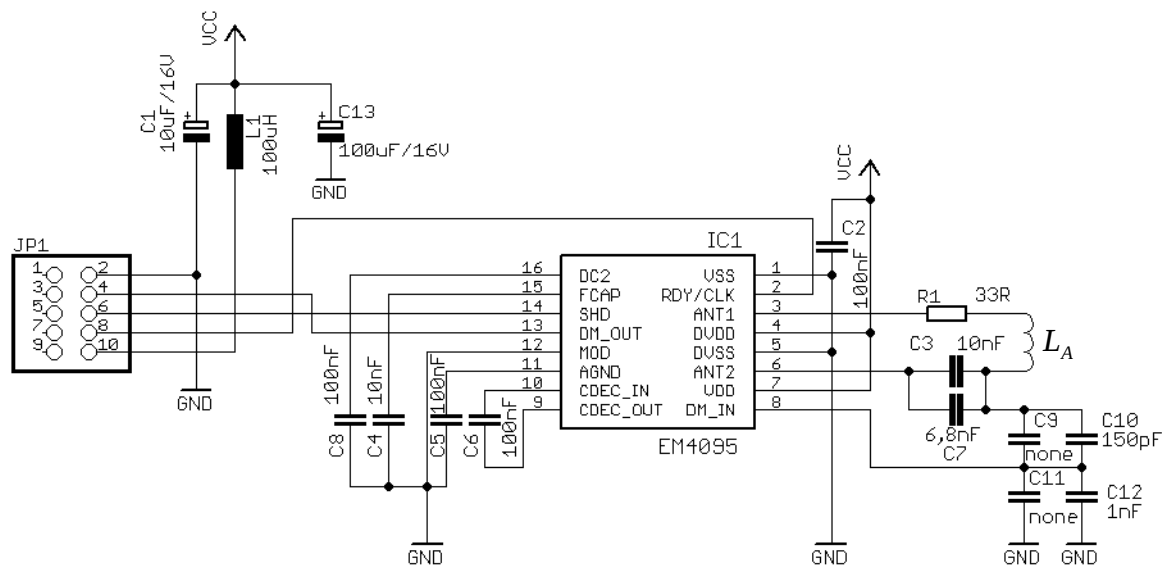
Po ujasnění všech funkcí, které by měl záznamník mít, bylo navrženo jeho blokové schéma. Mozkem bude mikroprocesor PIC18F6722. K němu jsou připojeny ostatní bloky pomocí komunikačních rozhraní SPI, IIC a UART.



Obrázek 13: blokové schéma elektronického sešitu

13 Čtečka RFID

RFID čtečka byla zkonstruována s použitím obvodu EM4095, který je určen právě pro čtečky pracující na frekvenci od 100 kHz do 150 kHz.



Obrázek 14: schéma RFID čtečky

Protože čipy budou využívány pouze k identifikaci osob, bylo použito zapojení pro mód „Read only“ to znamená, že obvod pouze přijímá a demoduluje signál zachycený anténou čtečky. Pro filtraci vstupního napájení je použitý LC filtr $L1$, $C1$ a $C13$. $C1$ a $C13$ jsou tantalové kondenzátory s vyšší hodnotou ESR (sériový odpor), proto je paralelně připojen ještě blokovací keramický kondenzátor $C2$. Vstupní LC filtr má charakteristiku dolní propusti a jeho mezní kmitočet je daný vztahem:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot (C_1 + C_2 + C_{13})}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{100 \cdot 10^{-6} \cdot (10 \cdot 10^{-6} + 100 \cdot 10^{-9} + 100 \cdot 10^{-6})}} \cong 1,5 \text{ kHz} \quad (13.1)$$

Hodnoty součástek $C4$, $C5$, $C6$ a $C8$ jsou udané výrobcem. Nejdůležitější je stanovení hodnot $C3$, $C7$, $C10$ a $C12$. Pro výpočet byly použity vztahy uvedené výrobcem v katalogovém listu součástky EM4095.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_A C_0}} \quad (13.2)$$

f_0 je požadovaný pracovní kmitočet RFID čtečky – 125 kHz

L_A je změřená hodnota indukčnosti antény – 95 μH

Ze vztahu (13.2) byla spočítána kapacita rezonančního obvodu $C_0 \approx 17 \text{ nF}$

C_{RES} je paralelní kombinace C_3 a C_7 , protože cca 17 nF není hodnota kondenzátoru, která by se dala koupit.

$$C_0 = C_{RES} + \frac{C_{10} \cdot C_{12}}{C_{10} + C_{12}} \quad (13.3)$$

Omezovací odpor R_l lze spočítat pomocí vztahu (13.4), zvolíme $I_{ANT} = 200\text{ mA}$, R_{AD} je odpor výstupních budičů obvodu EM4095, $R_{AD} = 3\ \Omega$. Napájecí napětí $V_{CC} = 5\text{ V}$.

$$I_{ANT} = \frac{4 \cdot V_{CC}}{\pi \cdot (R_l + 2 \cdot R_{AD})} \quad (13.4)$$

Úpravou rovnice (13.4) a dosazením do ní dostaneme $R_l = 26\ \Omega$. Dále lze spočítat špičkové napětí na anténě pomocí vztahu (13.5), po dosazení dostaneme $V_{ANTpp} = 30\text{ V}$.

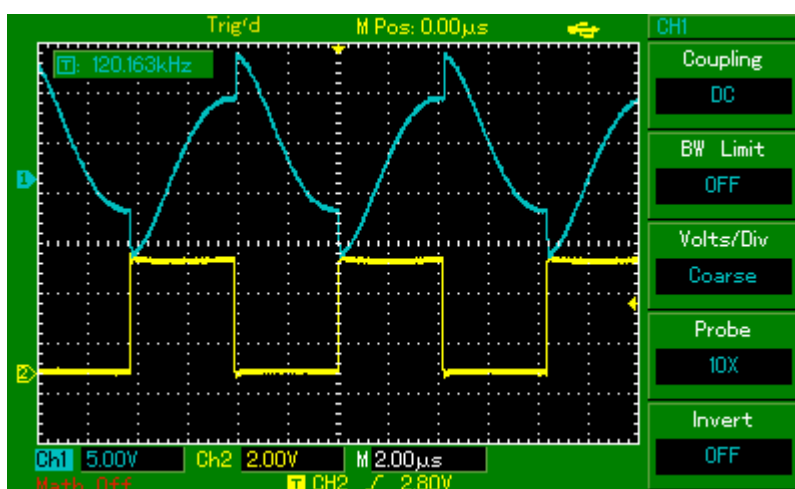
$$V_{ANTpp} = \frac{I_{ANT}}{\pi \cdot f_0 \cdot C_0} \quad (13.5)$$

Demodulační signál musí být v rozmezí napájecího napětí, to znamená max. 5 V , ze vztahu (13.6) tedy může být vypočten dělicí poměr kapacit C_{10} a C_{12} . Úpravou a dosazením do vzorce se získá maximální

poměr kapacit $p = \frac{C_{10}}{C_{10} + C_{12}} = 0,166$, p zvolíme o něco menší $p = 0,15$

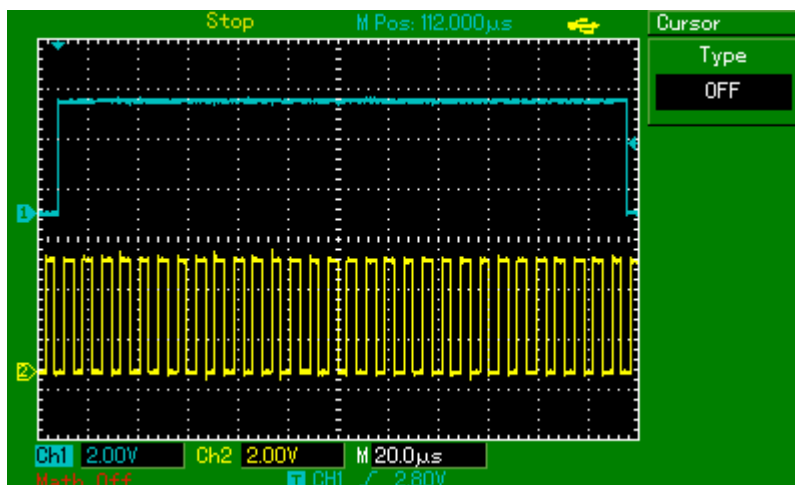
$$V_{DMOD_INpp} = V_{ANTpp} \cdot \frac{C_{10}}{C_{10} + C_{12}} \quad (13.6)$$

Zvolíme-li $C_{12} = 1\text{ nF}$, z poměru p se dopočítá $C_{10} = 175\text{ pF}$. Měřením a testováním byly hodnoty pozměněny na hodnoty udané na Obrázku 14. Na vyrobené čtečce byly měření ověřeny vypočítané hodnoty. Modrý průběh na obrázku 15 je signál změřený přímo na anténě čtečky. Z osciloskopu bylo odečteno napětí $V_{pp} = 20\text{ V}$, což je 4x větší než napájecí napětí $V_{CC} = 5\text{ V}$. Žlutý průběh je změřený na pinu 2 (RDY/CLK), je to pracovní kmitočet čtečky, na který je čtečka naladěna hodnotami rezonančního obvodu, především tedy indukčnost antény a kapacita C_3 a C_7 .



Obrázek 15: změřené průběhy signálů na čtečce

Po přiložení RFID čipu se na výstupu DM_OUT objeví demodulovaný signál (na obrázku 16 modrá barva). Modulační kmitočet byl ověřen měřením na osciloskopu a shoduje se s hodnotou udávanou výrobcem, $f_m \approx 2 \text{ kHz}$. To znamená, že doba logické úrovně odpovídá cca 32 periodám nosného kmitočtu. Na obrázku 16 je žlutý signál opět nosný a má frekvenci 120 kHz.

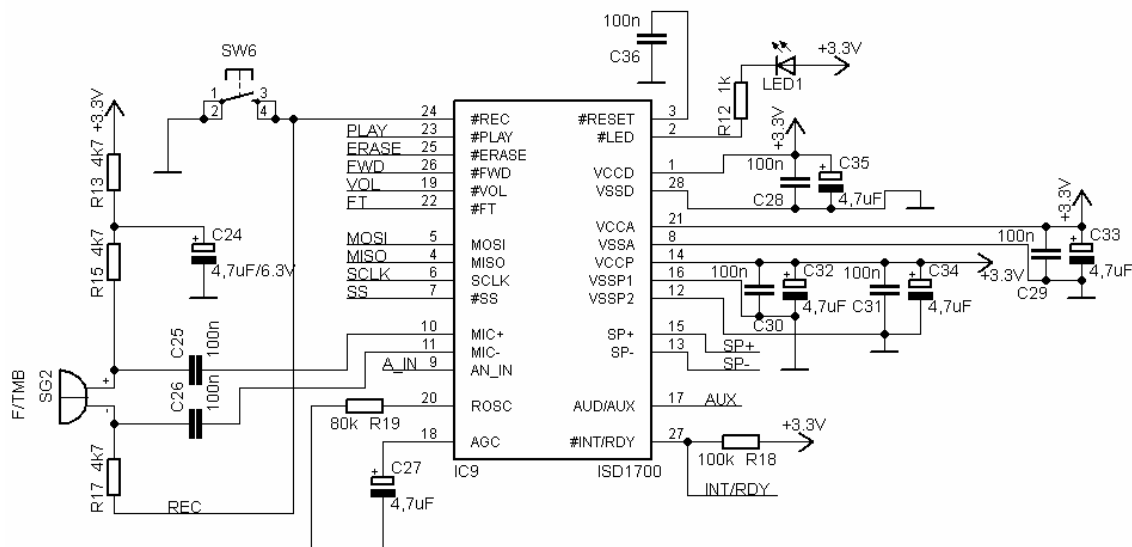


Obrázek 16: frekvence modulačního signálu

14 Zobrazovací a ovládací prvky

V docházkovém sešitu byl použit monochromatický grafický displej LCD12864A. Tento displej je připojen k řídicímu procesoru paralelní 8-mi bitovou datovou sběrnicí (**DB0 – DB7**) a několika řídicími signály. **RST** – reset displeje, nastaví souřadnice X a Y do výchozí pozice. LCD je osazen dvěma řadiči KS107, proto má signály **CS1** a **CS2** pro výběr jednotlivých řadičů (každý ovládá jednu polovinu LCD). **E** – při sestupné hraně tohoto signálu LCD bere platná data ze sběrnice. **R/W** – slouží pro určení směru toku dat na komunikační sběrnici. Buď jsou do displeje data zapisována (**R/W** = 0) nebo z něho data čteme (**R/W** = 1). **RS** – určuje, zda jsou do LCD posílány instrukce nebo data. **VO** – je vstup LCD, který slouží k nastavení kontrastu. Na tento vstup je přiváděno záporné napětí generované výstupem **VEE** (-5 V). Čím zápornější napětí na pin **VO** přivedeme, tím větší kontrast bude nastaven. Poslední funkční piny jsou **A** a **K**, jsou to anoda a katoda LED podsvícení displeje. Protože použitý LCD potřebuje napájecí napětí 5 V a řídicí procesor pracuje na napětí 3,3 V, musely být přidány obousměrné převodníky napětíových úrovní MAX3001 pro datovou sběrnicí a 74HCT573 pro řídicí signály.

Pro klávesnici je připraven konektor JP4. V zařízení jsou PULL-UP odpory, takže tlačítka lze připojit přímo mezi zem a vstup procesoru. Jedno tlačítko (SW1) je osazené přímo na plošném spoji z důvodu testování.



Obrázek 18: zapojení obvodu ISD1790

16 Napájecí a podpůrné obvody

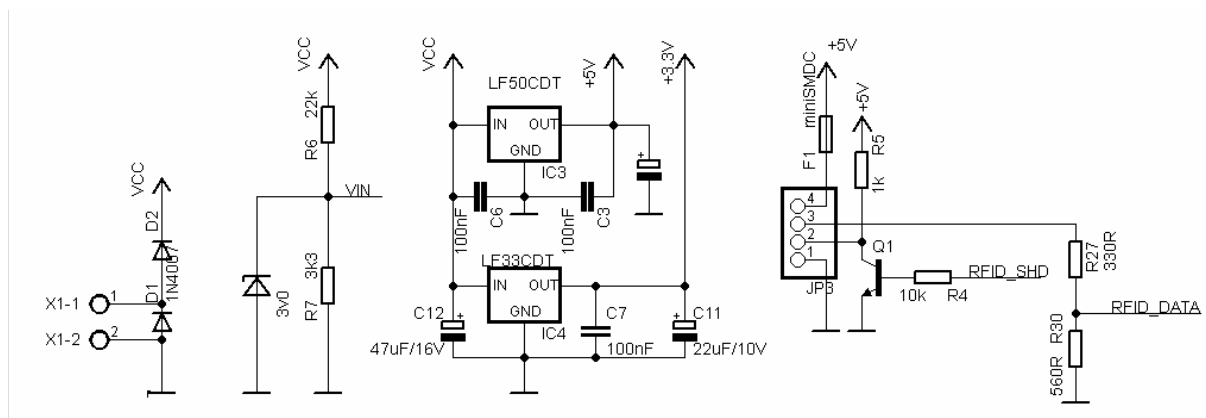
Tato část je tvořena především lineárními stabilizátory LF50 a LF33. Napětí 5 V je nutné pro LCD, RFID čtečku a komunikaci RS-485. Druhá část, 3,3 V je především pro procesor, paměťovou kartu a obvod reálného času. Při napájecím napětí 12V, byl proud větví 5V změřen $I = 130mA$ se zapnutým podsvícením LCD, to znamená, že ztrátový výkon na stabilizátoru je:

$$P_{Z5V} = (V_{cc} - V_{5V}) \cdot I = (12 - 5) \cdot 0,13 = 0,91W \quad (16.1)$$

Tento ztrátový výkon je v rozmezí, které lze uchladiť přímo na plošném spoji, protože stabilizátory jsou v provedení SMD. Ve větví 3,3V byl změřen proud pouze $I = 25mA$. A ztrátový výkon na stabilizátoru je:

$$P_{Z3V} = (V_{cc} - V_{3V}) \cdot I = (12 - 3,3) \cdot 0,025 = 0,218W \quad (16.2)$$

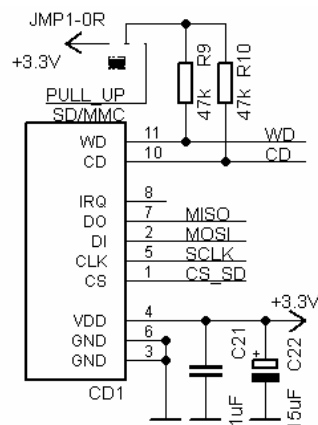
Diody $D1$ a $D2$ chrání celý obvod proti případnému přepólování napájecího napětí. Odporový dělič $R6$, $R7$ je určený pro kontrolu velikosti napájecího napětí. V případě použití bateriového napájení, lze indikovat stav baterie a předejít úplnému vybití baterie. Poslední částí je konektor pro připojení RFID čtečky. Jak již bylo zmíněno čtečka je napájena napětím 5 V procesor pouze 3,3V, proto je výstupní signál ze čtečky přiveden na dělič $R27$, $R30$, aby se logické úrovně převedli na napětí (0 - 3,3) V. Odporů $R4$, $R5$ a tranzistor $Q1$ slouží k uvedení čtečky do úsporného režimu.



Obrázek 19: napájecí a podpůrné obvody

17 Záznamník událostí

Úlohou tohoto loku je ukládat naměřená data na paměťovou kartu Secure Digital. Karta má slot se speciálním uspořádáním vývodů, takže lze kartu vkládat a vytahovat ze zařízení za provozu. Slot je má kontakty pro detekci zamčení karty proti přepisu a kontakty pro detekci vložení nebo vyjmutí karty. SD Karta je připojena na stejnou sběrnici jako řečový modul, nevyžaduje žádné externí součástky kromě blokovacích kondenzátorů, protože při zápisu spotřeba vzroste na několik desítek mA téměř skokově. Napájecí napětí je stejné jako u řídicího procesoru, takže logické úrovně jsou kompatibilní.



Obrázek 20: zapojení paměťové karty

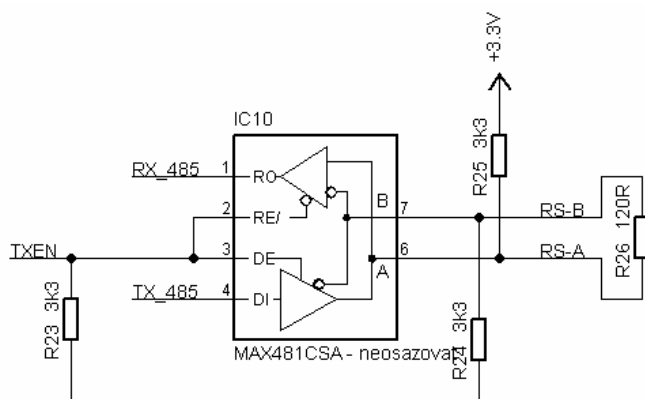
18 Rozhraní pro komunikaci

Záznamník je vybaven třemi komunikačními rozhraními. Dvě jsou pro propojení více docházkových sešitů – RS-485 a RF modul 868 MHz. Rozhraní USB slouží pro konfiguraci z PC.

18.1 Rozhraní RS-485

Je to standard, který definuje třídu asynchronních sériových linek používaných zvláště v průmyslovém prostředí. Na logické úrovni je obdobný standardu RS232, od kterého se liší především jinou definicí napěťových úrovní, nepřítomností modemových signálů a možností vytváření sítí. Standard RS-485 byl navržen tak, aby umožňoval vytvoření dvoudrátového polo-duplexního vícebodového sériového spoje. Sběrnice je konstruovaná jako diferenciální a je tudíž odolná proti rušení. Jako propojovací vodiče se používají často kroucené dvojlinky.

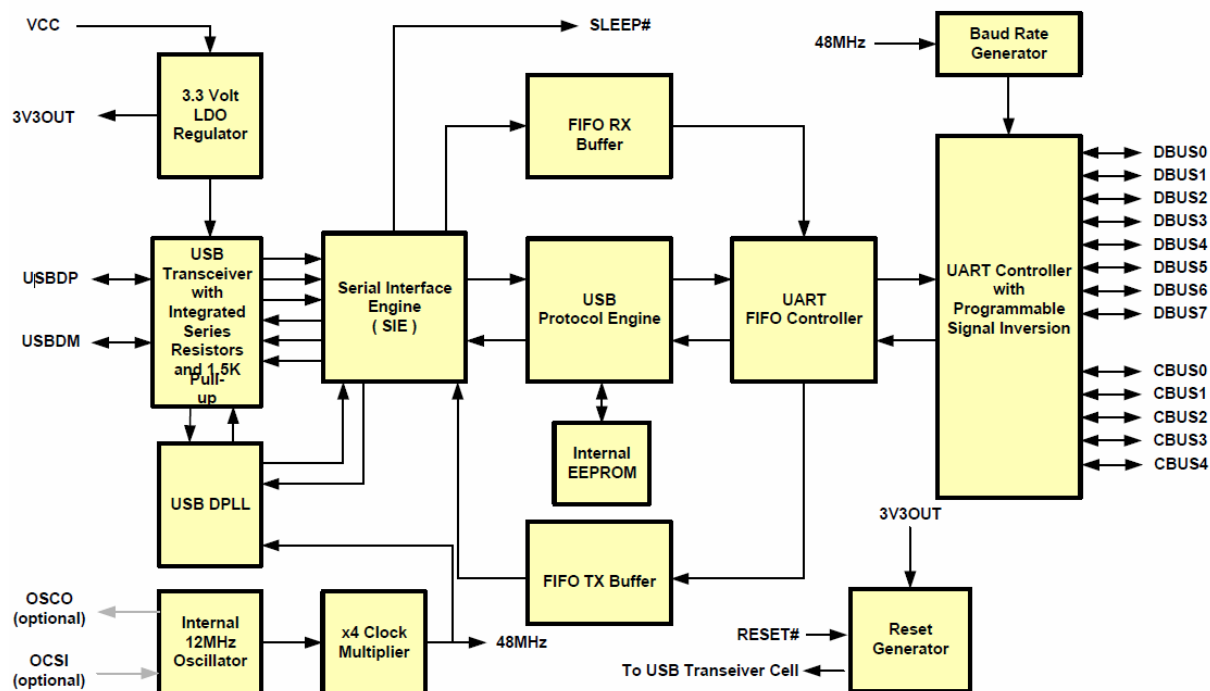
Pojmem RS485 se nejčastěji myslí právě dvouvodičová verze RS-485. Přenos je polo-duplexní a proto se vyžaduje řízení přenosu dat (směru komunikace). Pomocí linky RS-485 lze vytvořit komunikační sběrnici, na kterou může být připojeno bez opakovací až 32 zařízení. Komunikační protokol musí zajistit, aby v jednom okamžiku vysílalo nanejvýš jedno zařízení. Není však součástí standardu RS-485. Nejjednodušší variantou je konfigurace s jedním trvale zapnutým vysílačem a až 31 přijímači. Obvykle se zařízení ve vysílání střídají.



Obrázek 21: zapojení budiče RS-485

18.2 Rozhraní USB

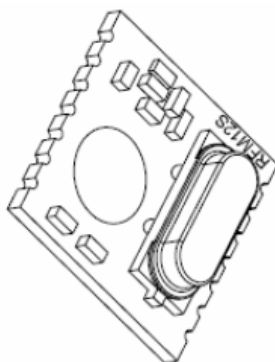
Řídící procesor docházkového sešitu nemá přímo integrované rozhraní USB, proto byl použit převodník FT232RL, který převádí USB na UART a lze tak snadno připojit k procesoru. Tento obvod je vhodný pro všestranné použití. Umožňuje volbu mezi tří voltovou a pěti voltovou logikou, dále je možné zvolit mezi napájením zařízení z USB nebo napájením z externího zdroje. Obvod dále podporuje několik typů komunikačních protokolů – RS232 (s TTL úrovněmi), RS485, UART. Uživatelsky lze nastavit úroveň některých pinů nebo přímo připojit indikační LED a zobrazovat stav komunikace.



Obrázek 22: blokové schéma obvodu FT232 [23]

18.3 Bezdrátové rozhraní

V zařízení je osazen RF modul RFM12B, jedná se o velmi levný bezdrátový modul, který pracuje ve volném pásmu 868 MHz. Umožňuje komunikační rychlost až 115,2 kbps. Modul má programovatelnou šířku pásma, vysílací frekvenci a mnoho dalších parametrů. Při vhodném nastavení lze komunikovat na více než deseti různých kanálech, takže se může komunikovat více zařízení současně. Modul se dodává jako malá destička plošného spoje (16x16mm), která se osazuje jako běžná SMD součástka a stačí ji doplnit vhodnou anténou. Maximální vysílací výkon udávaný výrobcem je 5 dBm a přijímací citlivost -102 dBm. Tyto parametry dostačují pro přenos informací do vzdálenosti 200 m v otevřeném prostoru. Spotřeba modulu je při vysílání cca 76 mW.



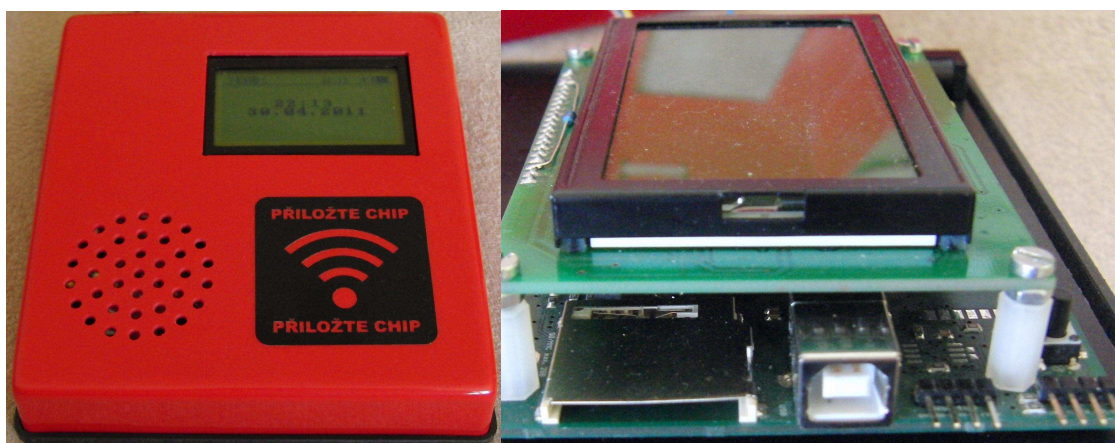
Obrázek 23: bezdrátový modul RFM12B

19 Konstrukce docházkového sešitu

Elektronika v docházkovém sešitu byla rozdělena na 2 části z důvodu postupného vývoje. Na jedné části je RFID čtečka, to je anténa a demodulátor a ve druhé části je řídicí procesor s paměťovou kartou, LCD displejem a ostatními součástkami.

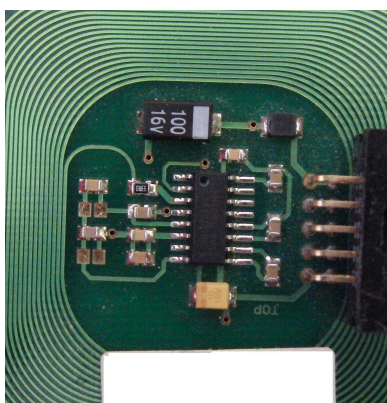
Obě desky plošných spojů pro docházkový sešit byly navrženy v programu Eagle 5.9.0. Plošné spoje jsou oboustranné a součástky byly voleny především v provedení SMD. Pasivní součástky (rezistory, keramické kondenzátory) byly vybrány v pouzdrech 0805, je to velikost, která lze osadit na prototypovou desku ještě ručně. Ostatní součástky byly vybírány v běžně dostupných pouzdrech.

Základem mechanické konstrukce je deska z černého ABS plastu o tloušťce 6mm s drážkou po celém obvodu, do které je vsazen červený plastový výlisek vyrobený přesně na míru docházkovému sešitu. Na obrázku 24 je design celého zařízení. Na horní straně je napájecí konektor 6-15V. V horní polovině je grafický LCD displej a ve spodní části je reproduktor pro přehrávání zpráv a čtečka RFID čipů. V pravé straně jsou otvory pro SD kartu a připojení sešitu přes USB k PC.



Obrázek 24: konstrukce docházkového sešitu

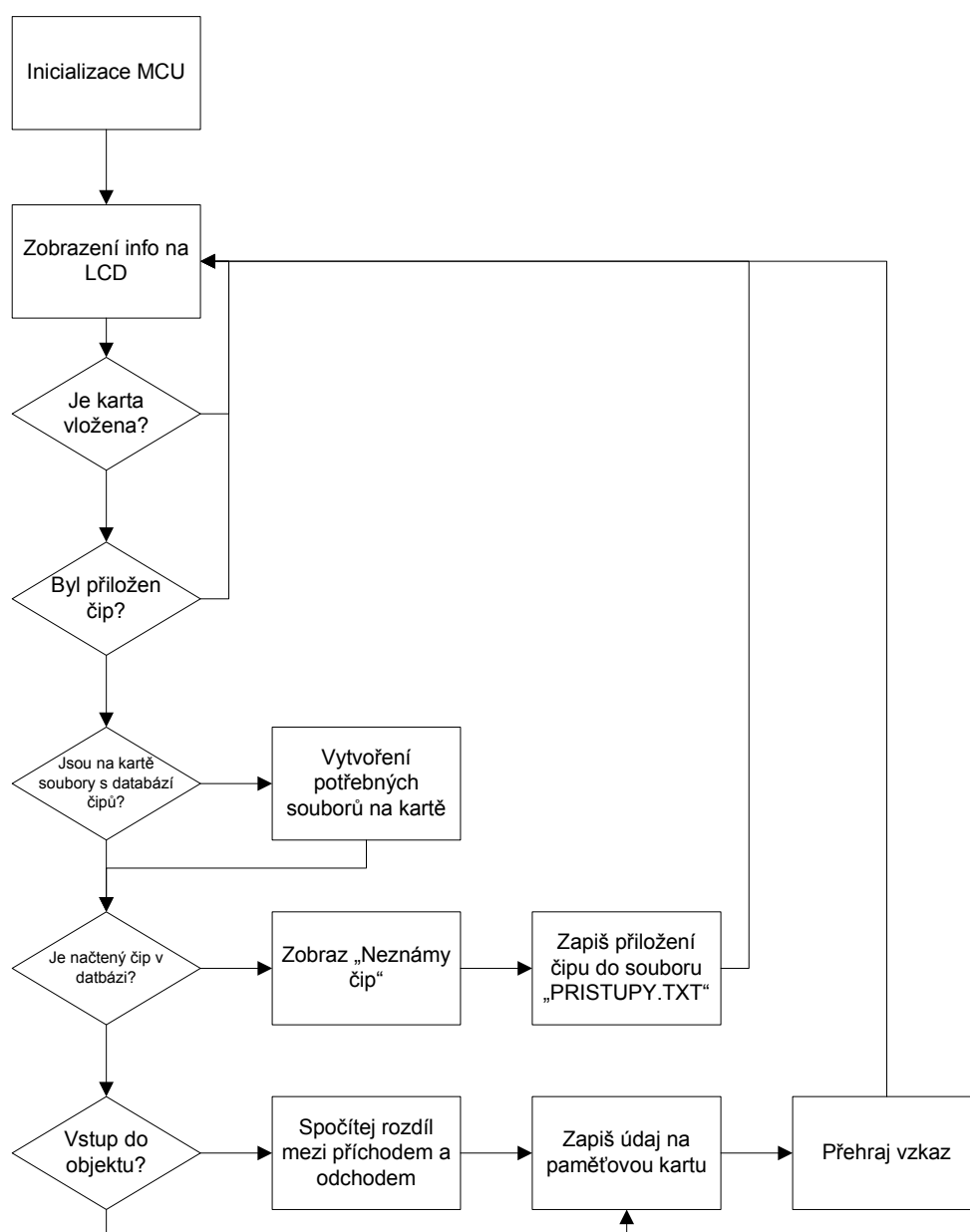
Anténa RFID čtečky byla realizovaná přímo na plošném spoji 20-ti závity na každé straně. Šířka spoje, který tvoří anténu je 0,3mm. Indukčnost takto vyrobené antény byla změřena $L = 95\mu\text{H}$. Elektronika čtečky byla umístěna do antény.



Obrázek 25: RFID anténa

20 Popis programu procesoru

Firmware pro procesor byl vytvořen v jazyku C, ve vývojovém prostředí „mikroC PRO for PIC“. Program je řešen jako stavový automat, kdy se neustále vyhodnocuje, zda je paměťová karta správně vložena do zařízení, jestli byl přiložen RFID čip a jestli je čip uložený v databázi. Po zapnutí zařízení se na LCD zobrazí ukazatel stavu baterie v případě bateriového napájení. Dále je na displeji neustále zobrazen aktuální čas a datum. Displej má podsvícení, které se automaticky při delší nečinnosti zařízení vypíná a při přiložení čipu se opět automaticky rozsvítí.



Obrázek 26: vývojový diagram

21 Vstupní a výstupní soubory docházkového sešitu

Elektronický sešit pracuje se třemi základními soubory, které musí být na paměťové kartě. První z nich je soubor *RFIDLIST.TXT*, v tomto souboru jsou uložena všechna identifikační čísla RFID čipů a osoby které mají práva používat docházkový sešit. Čísla nových čipů je možné uložit přímo na zařízení, stisknutím tlačítka a přiložením nového čipu. Jména osob se potom do souboru dopíší na PC. V souboru je uloženo desetimístné ID číslo a následuje jméno, které musí začínat znakem „+“.

Tabulka 13: RFIDLIST.TXT

ID číslo	Jméno osoby
2A007FA428	+Smejkalova Ivana
2A0081C4F0	+Brinkova Vítězslava
2A007FA4D8	+Kazdova Vera
2A007FA381	+Sanderova Iljana
280012BDB1	+Merinska Marie

Druhý soubor byl pojmenován *STAVLIDI.TXT*, tento soubor se na kartě vygeneruje automaticky, pokud není nalezen. V souboru jsou informace o poslední aktivitě konkrétní osoby. Je zde uloženo číslo čipu, zda byla poslední událost odchod nebo příchod a čas této akce. Z těchto údajů je potom dopočítáván čas strávený v objektu.

Tabulka 14: STAVLIDI.TXT

2A007FA381	+O 1301903577
2A007FA428	+P 1303448396
2A0081C4F0	+O 1303365160
2A007FA2D8	+P 1303447962

Třetí soubor – *PRISTUPY.TXT*, obsahuje záznamy o činnosti všech čipů, které byly čtečkou detekovány a správně přečteny. Navíc se do tohoto souboru zaznamenává každé vyjmutí respektive vložení paměťové karty. Soubor obsahuje číslo čipu, jméno osoby, které byl čip přidělen, datum a čas pořízení záznamu. Jednotlivé sloupce každého textového souboru jsou oddělovány tabulátorem, takže data lze snadno importovat například do Excelu a provádět dodatečné grafické i matematické operace.

Tabulka 15: PRISTUPY.TXT

Karta vložena	Datum 21.10.2010	čas 20:04:42	
2A007FA381	Host 1	Datum 21.10.2010	čas 20:08:29
2A0081C51D	Jan Nezval	Datum 21.10.2010	čas 20:08:32
2A0081C51D	Jan Nezval	Datum 21.10.2010	čas 20:08:33
2A007FA381	Host 1	Datum 21.10.2010	čas 20:08:35
2A0081C51D	Jan Nezval	Datum 21.10.2010	čas 20:08:41

Poslední částí jsou soubory vytvořené ke každému čipu. Do nich se ukládají příchody a odchody jednoho konkrétního čipu. Je zde i spočítaná doba v hodinách mezi každým příchodem a odchodem. Nechybí zde ani čas a datum pořízení záznamu.

Tabulka 16: soubor jednoho čipu

Elektronický docházkový sešit v 1.0 by N-ROTE			
Příchod		Datum 27.10.2010	čas 6:25:02
Odchod	5,56E-04	Datum 27.10.2010	čas 6:25:04
Příchod		Datum 27.10.2010	čas 9:08:35
Odchod	7,985555	Datum 27.10.2010	čas 17:07:43

22 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo prostudování používané technologie v oblasti RFID a návrh nejvhodnějších komponent pro konstrukci elektronického docházkového sešitu. Podle navrženého blokového schéma bylo vytvořeno funkční schéma a potom celé zařízení, které je testované ve firmě SMTplus.CZ více než měsíc. Součástí projektu bylo navrhnout funkční RFID čtečku včetně layoutu s co nejnížší cenou, což se podařilo, protože na čtečce je jediný integrovaný obvod s cenou cca 50kč. Celková cena zařízení nepřesáhne 2500kč. Hlavním úkolem zařízení mělo být zjednodušení práce s hlídáním docházky zaměstnanců a následným vyhodnocováním odpracovaných hodin. Všechny údaje se zapisují do několika souborů na paměťovou kartu a díky tomu jsou snadno přenositelné do PC. Jednou za měsíc se paměťová karta vyjme ze zařízení a uložené informace se zpracují. Přestože hlavním cílem bylo nahrazení ručního zapisování příchodu a odchodu osob do kontrolovaného prostoru automatickým zaznamenáváním na paměťovou kartu, bylo toto zařízení doplněno i doplňkovými funkcemi, jejichž úkolem je zpříjemnit používání elektronického docházkového sešitu.

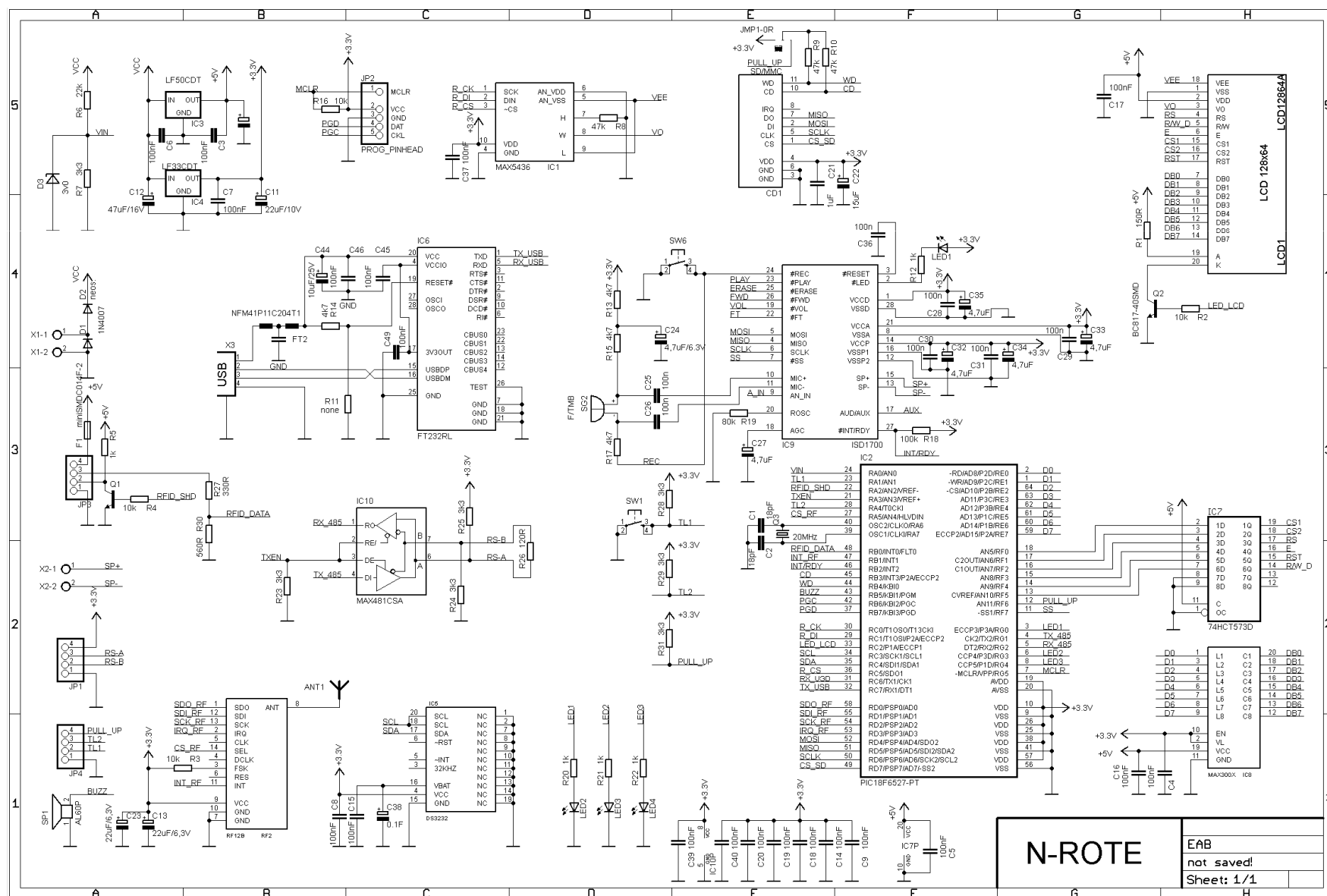
23 Použitá literatura

- [1] SanDisk Corporation: MultiMediaCard and Reduced-Size MultiMediaCard Product Manual (produktový manuál) [online] [cit 2008-11-9] Dostupný z WWW:
<http://www.sandisk.com/Assets/File/OEM/Manuals/ProdManRS-MMCv1.3.pdf>
- [2] Wikipedia.org: Master boot record (článek) [online] [cit 2008-11-14] Dostupný z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Mbr>
- [3] Wikipedia.org: File Allocation Table (článek) [online] [cit 2008-12-1] Dostupný z WWW:
http://en.wikipedia.org/wiki/File_allocation_table
- [4] Secure Digital I/O card pinouts [online] [cit 2008-12-20] Dostupný z WWW:
http://www.interfacebus.com/Secure_Digital_IO_Card_Pinout.html
- [5] SD specifications (manuál) [online] [cit 2008-12-28] Dostupný z WWW:
http://www.sdcard.org/developers/tech/sdcard/pls/Simplified_Physical_Layer_Spec.pdf
- [6] Ukládání dat na kartu SD/MMC prostřednictvím jednočipového mikropočítače [online] [cit 2008-10-9] Dostupný z WWW:
https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/richtp1_2007bach.pdf
- [7] Wikipedie, otevřená encyklopedie - Přehled paměťových karet [online][cit 2008-10-19] Dostupný z WWW:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Pam%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1_karta
- [8] Microchip, oficiální stránky firmy Microchip [online][cit 2008-10-21] Dostupný z WWW:
<http://www.microchip.com>
- [9] Maxim device, Obvod reálného času (datasheet) [online][cit 2009-1-9] Dostupný z WWW:
<http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS1302.pdf>
- [10] Elektronika kvalitně, FAT16 [online] [cit 2009-2-3] Dostupný z WWW:
<http://elektronika.kvalitne.cz/ATMEL/necoteorie/FATtesty/FAT16info.html>

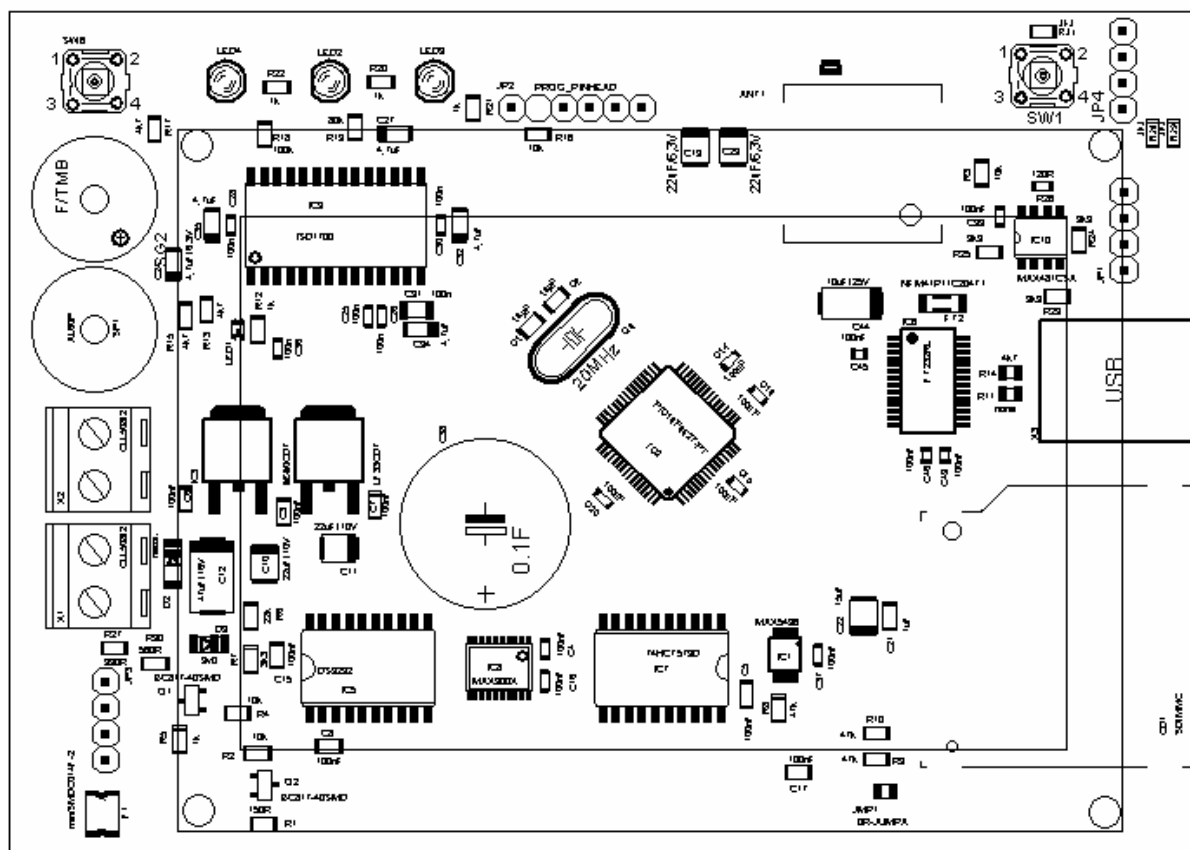
-
- [11] Wkipedie, otevřená encyklopedie – Souborové systémy
[online][cit 2009-4-14] Dostupný z WWW:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Souborový_systém
- [12] Prokop Jiří, Algoritmy v jazyku C a C++ praktický průvodce
BEN – technická literatura, ISBN: 978-80-247-2751-6
- [13] NEZVAL, T. *Záznamník událostí v reálném čase*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Šandera, Ph.D.
- [14] Wkipedie, otevřená encyklopedie – RFID systém
[online][cit 2009-12-13] Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [15] HW.cz – Bezkontaktní identifikace
[online][cit 2009-12-14] Dostupný z WWW:
<http://hw.cz/produkty/art2666-bezkontaktni-identifikace.html>
- [16] Xnews.cz – RFID čipy
[online][cit 2009-12-14] Dostupný z WWW:
<http://www.xnews.cz/index.php/veda-a-technika/25-veda-a-technika/74-rfid-ipy-technologie-budoucnosti>
- [17] EM Microelectronic – EM4095 datasheet
[online][cit 2009-12-14] Dostupný z WWW:
http://www.emmicroelectronic.com/webfiles/Product/RFID/DS/EM4095_DS.pdf
- [18] ČVUT – Radio Frequency Identification
[online][cit 2009-12-14] Dostupný z WWW:
http://radio.feld.cvut.cz/personal/mikulak/MK/MK06_semestralky/RFID_RandusM.pdf
- [19] Manchester code
[online][cit 2011-05-24] Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/K%C3%B3dováníManchester>

-
- [20] Protokol EM4102
[online][cit 2011-05-24] Dostupný z WWW:
http://www.hengsen.cn/emdatae/em4102_ds.pdf
- [21] LCD displej
[online][cit 2011-05-24] Dostupný z WWW:
<http://hw.cz/novinky/art2725-ovladani-grafickych-lcd-modulu-s-radice-ks0108-s6b0108.html>
- [22] Řečový modul
[online][cit 2011-05-24] Dostupný z WWW:
<http://pdf1.alldatasheet.net/datasheet-pdf/view/210768/WINBOND/ISD1790.html>
- [23] FTDI chip - USB
[online][cit 2011-05-24] Dostupný z WWW:
http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
- [24] Peroutka Oldřich, Mikrokontroléry PIC16F87X
BEN – technická literatura, ISBN: 80-7300-139-X

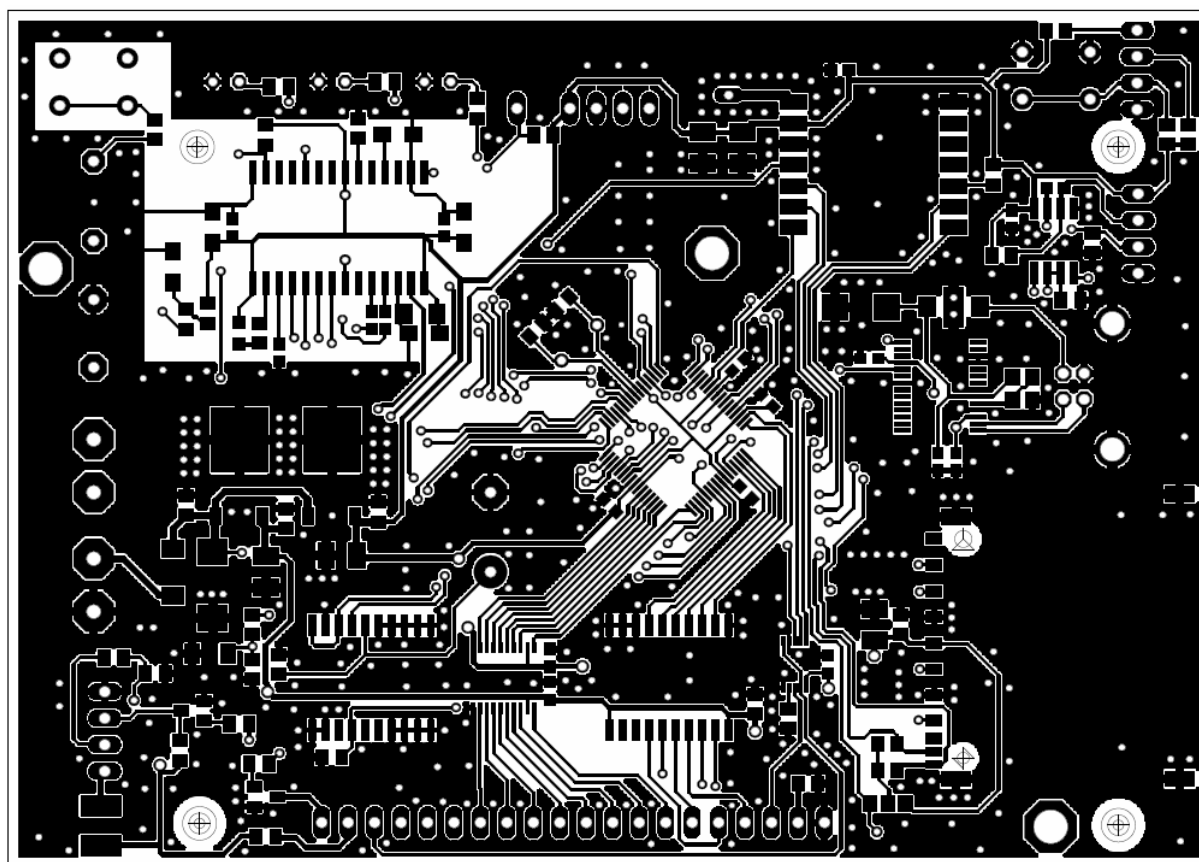




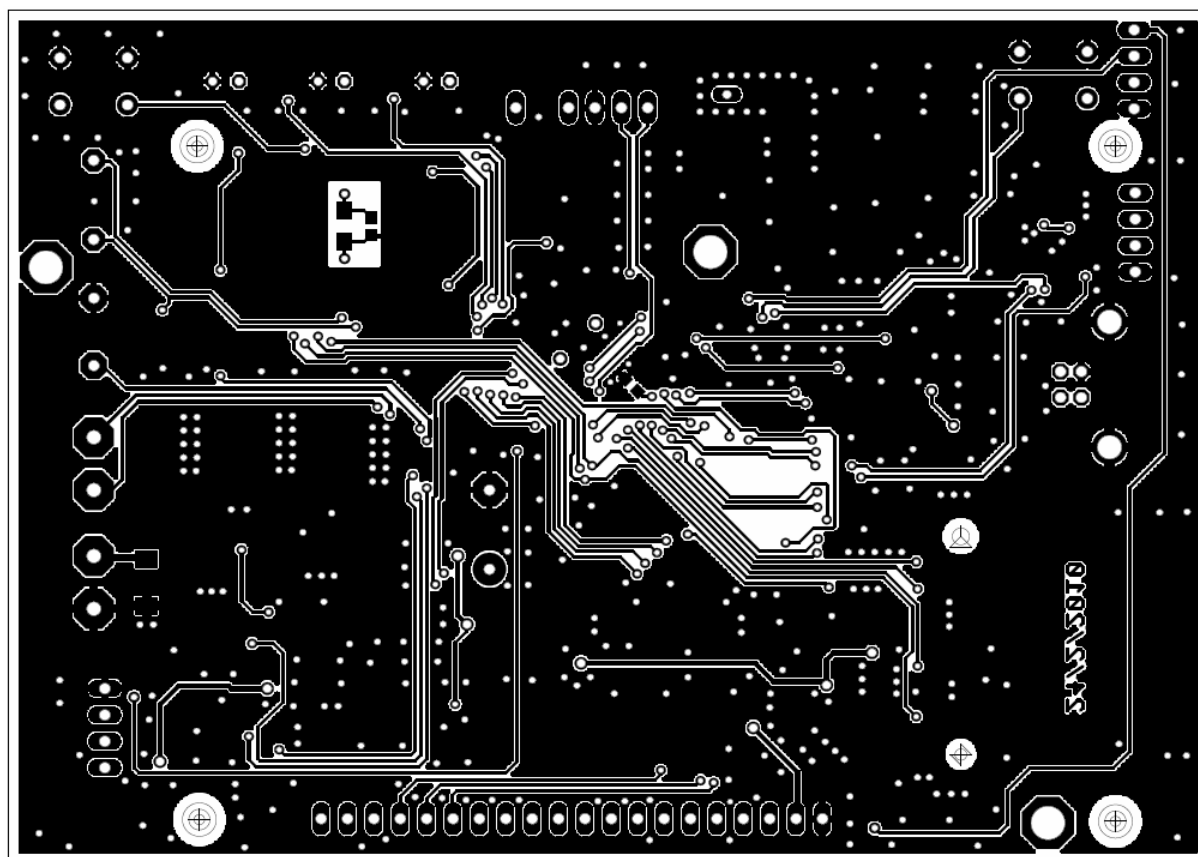
Obrázek 29: schéma řídicí jednotky EAB



Obrázek 30: osazovací plán řídicí jednotky



Obrázek 31: řídicí jednotka, vrstva TOP, měřítko 2:1



Obrázek 32: řídicí jednotka, vrstva BOTTOM, měřítko 2:1