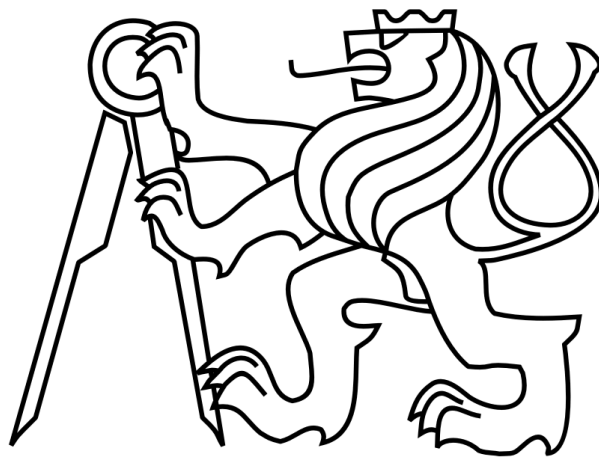


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra mikroelektroniky

Obor Elektronika



Diplomová práce

Elektronický zabezpečovací systém rodinného domu

Autor: Bc. Jaroslav Kortán

Vedoucí práce: Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.

2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. K O R T Á N Jaroslav**

Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika

Obor: Elektronika

Název tématu: **Elektronický zabezpečovací systém rodinného objektu**

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte rešerši současného stavu poznatků řešení elektronických zabezpečovacích systémů pro objekty typu rodinný dům nebo budova, zabezpečení zejména z hlediska vniku nepovolaných osob.
2. Navrhněte jednoduchý model inteligentního zabezpečovacího systému pro ochranu objektu zejména proti vniknutí se vstupy a výstupy, ovládáním a komunikací. Rozpracujte vlastní řešení ústředny pro řízení definovaných funkcí, řídicí jednotku systému navrhněte s vhodným typem mikroprocesoru, systém bude obsahovat přístupový modul a bude rozdělen do zón. Řízení a nastavování systému bude provedeno lokálně s využitím vhodného typu displeje.
3. Realizujte zjednodušený model navrženého systému, zjistěte jeho základní parametry, odhadněte spolehlivost a možné zdroje poruch.
4. Proveďte jednoduchý ekonomický rozbor určený pro případnou výrobu (včetně vývoje) systému elektronického zabezpečení.

Seznam odborné literatury:

1. Flajzar, T.: GSM alarm, BEB 2005.
2. Katalogové listy. www stránky firmy Jablotron.
3. Neumann, P., Uhlíř, J.: Elektronické obvody a funkční bloky (I,II), ČVUT 2001.

Vedoucí: **Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.**

Platnost zadání: 28. 2. 2015

L.S.

Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.
vedoucí katedry

Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 13. 9. 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci „Elektronický zabezpečovací systém rodinného domu“ zpracoval sám s přispěním vedoucího práce a používal jsem pouze literaturu uvedenou na konci práce. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 2. 1. 2014.

Bc. Jaroslav Kortán

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Prof. Ing. Miroslavu Husákovi, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat.

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem ústředny elektrické zabezpečovací signalizace s GSM modulem.

Teoretická část se zabývá současným stavem elektrické zabezpečovací signalizace, určené zejména pro zabezpečení objektů typu chata nebo rodinný dům.

V praktické části je navržena ústředna elektrické zabezpečovací signalizace s GSM modulem. Ústředna umí vyhodnotit dvojitě vyváženou smyčku, komunikovat přes sběrnici RS-485, komunikovat s moduly přes rozhraní I²C, komunikovat s GSM modulem a obsluhovat tranzistorové a reléové výstupy. Součástí návrhu je jednoduchý ekonomický rozbor.

Ústředna této koncepce byla realizována a odzkoušena.

Abstract

This diploma thesis deals with a design of a burglar alarm control panel with GSM module.

The theoretical part deals with the current state of alarm systems, designed especially for security objects such as cottage or family home.

In the practical part is designed of a burglar alarm control panel with GSM module. The control panel can evaluate the double balanced loop, to communicate via RS-485, to communicate with the module via I²C interface to communicate with GSM module and operate the transistor and relay outputs. The proposal includes a simple economic analysis.

A new control panel this concept was designed and tested.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Předpisová základna a technické normy pro EZS.....	2
2.1	Předpisová základna	2
2.2	Technické normy	2
3	Základní druhy ochran.....	3
3.1	Klasická ochrana	3
3.2	Režimová ochrana.....	3
3.3	Fyzická ochrana	4
3.4	Technická ochrana	4
4	Prostorová ochrana objektů	5
4.1	Prvky obvodové ochrany	5
4.2	Prvky plášťové ochrany	6
4.2.1	Magnetické kontakty.....	6
4.2.2	Čidla na ochranu skleněných ploch	6
4.2.3	Ostatní typy čidel plášťové ochrany.....	7
4.3	Prvky prostorové ochrany	7
4.3.1	Pasivní infračervená čidla.....	7
4.3.2	Ultrazvuková čidla.....	8
4.3.3	Mikrovlnná čidla.....	9
4.3.4	Kombinovaná (duální) čidla	9
4.4	Prvky předmětové ochrany	9
4.4.1	Otřesová (seizmická) čidla.....	9
4.4.2	Čidla na ochranu uměleckých předmětů.....	9
4.4.3	Kapacitní čidla	9
4.5	Prvky klíčové ochrany.....	10
5	Ústředny EZS.....	10
5.1	Dělení ústředen EZS	10
5.1.1	Ústředny EZS podle stupně vybavenosti	10
5.1.2	Ústředny EZS podle počtu smyček.....	11
5.1.3	Ústředny EZS podle způsobu připojování smyček	11
5.2	Technické vybavení ústředny EZS	14

5.2.1	Vstupní vyhodnocovací obvody	14
5.2.2	Výstupní obvody ústředen	15
5.2.3	Napájecí obvody	15
5.2.4	Ovládací a indikační prvky ústředen EZS	16
5.2.5	Doplňková zařízení ústředen EZS	16
5.3	Současný stav ústředen EZS	17
6	Praktický návrh zabezpečení rodinného domu.....	18
6.1	Popis situace	18
6.2	Návrh řešení zabezpečení obytné části objektu	19
7	Praktický návrh ústředny EZS	20
7.1	Úvod	20
7.2	Mikrokontrolér	20
7.3	Použitý GSM modul	22
7.4	Napájení ústředny a vnějších a signalizačních prvků	24
7.5	Vstupní obvody	25
7.6	Sběrnice RS-485	26
7.7	Sběrnice I ² C	27
7.8	Výstupní obvody	28
7.9	Obvody ovládání a signalizace	28
7.10	Ostatní obvody	31
7.11	Konstrukční provedení	31
7.12	Softwarové řešení	31
8	Parametry a spolehlivost zařízení	33
8.1	Základní parametry	33
8.2	Spolehlivost zařízení.....	34
9	Odhad nákladů na vývoj a výrobu	35
9.1	Odhad nákladů na vývoj	35
9.2	Odhad nákladů na výrobu.....	36
10	Závěr.....	38
11	Použitá literatura	39
12	Přílohy.....	41

Seznam použitých zkratk a symbolů

EZS	elektrická zabezpečovací signalizace
GPRS	(General Packet Radio Service) datové přenosy v rámci bezdrátové sítě GSM
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
I ² C	(Inter-integrated Circuit) sběrnice firmy Philips (dnes NXP)
ISM	(Industrial, Scientific and Medical) veřejná pásma pro datovou rádiovou komunikaci s malým dosahem
PCO	pult centrální ochrany

1 Úvod

Diplomová práce se v první části zabývá teoretickým rozbohem současných poznatků v oblasti elektronického zabezpečení objektů typu rodinný dům. Nejprve jsou shrnuty a aktualizovány nejdůležitější předpisy, zákony a technické normy zabývající se elektronickými zabezpečovacími systémy v rámci Evropské Unie a České republiky. Další kapitola se zabývá rozdělením ochran proti vniku nežádoucích osob. Následující dvě kapitoly se snaží o rešerši současných poznatků v oblasti prostorové ochrany a ústředn EZS. Teoretická část je zakončena jednoduchým příkladem návrhu zabezpečení rodinného domu s ohledem na požadavky majitele.

Druhá část práce se zabývá praktickým návrhem ústředny EZS tak, aby vyhověla současným požadavkům jak z oblasti předpisů a technických norem, tak i z pohledu trhu. Cílem bude navrhnout zařízení, které by mělo být schopné odolat typickým pokusům o sabotáže a vyřazení z provozu. Při návrhu bude kladen důraz na to, aby použitá součástková základna byla běžně dostupná. Součástí praktické části bude kromě změření základních parametrů ústředny i pokus o odhad spolehlivosti zařízení. V dnešní době je nedílnou součástí návrhu ekonomika nejen provozu, ale i vývoje a výroby. Proto se poslední kapitola zabývá jednoduchým rozbohem nákladů na vývoj a výrobu se zřetelem na definovaný program výroby.

2 Předpisová základna a technické normy pro EZS

2.1 Předpisová základna

V rámci Evropské Unie spadá Zabezpečovací technika pod působnost směrnic Evropských společenství, které vydává Evropská komise. Evropské směrnice stanovují základní požadavky, ale nemají přímou právní platnost v rámci členských zemí. Po projednání a schválení jsou směrnice vyhlášovány v Úředním věstníku Evropských společenství. Po zapracování směrnic do národních legislativ jednotlivých členských zemí pak vyplývají povinnosti technické charakteru, které jsou závazné pro výrobce, dovozce i distributory. Pro podporu splnění požadavků směrnic jsou vyhlášovány v Úředním věstníku EU Evropské harmonizační normy. Tyto normy jsou zpracovány Evropskými normalizačními organizacemi CEN (Evropský výbor pro normalizaci) a CENELEC (Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice).

V České republice jsou technické směrnice Evropských společenství přejímány formou Nařízení vlády České republiky.

Základní legislativní rámec je tvořen zákonem 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky. Tento zákon byl od svého vzniku již několikrát novelizován, naposledy zákonem číslo 100/2013 Sb. s platností od 1. 7. 2013. Dále je to Nařízení vlády číslo 17/2003 Sb., kterým se stanovují technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí, Nařízení vlády číslo 18/2003 Sb., o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility a její poslední platná novela číslo 616/2006 Sb. Ve specifických případech může vstoupit v platnost i Nařízení vlády č. 23/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.

2.2 Technické normy

V oboru poplachových systémů začaly v posledních desetiletí 20. století vznikat na půdě evropských (CELENEC) a světových (IEC – Mezinárodní výbor pro elektrotechniku) normalizačních organizací oborové standardy, jež nabízejí pro jednotlivé skupiny zařízení z oboru poplachových systémů soubor požadavků a metod zkoušení, z nichž některé jsou obsahem tzv. výrobních norem:

- řešení funkčních požadavků na jednotlivá zařízení,
- metody zkoušení prokazující splnění těchto funkčních požadavků,
- požadavky na vlastnosti vztahující se k vlivům prostředí (klimatické odolnosti),
- metody zkoušení prokazující splnění klimatické odolnosti,
- systémové požadavky vztahující se k podmínkám nasazení těchto systémů,
- návody a doporučení na aplikaci poplachových systémů.

Evropské normy jsou produktem evropských normalizačních organizací. V případě poplachových systémů je to konkrétně technická komise CLC/TC79.

V České republice je za proces zavádění evropských norem (EN) do ČSN pověřena organizace Český normalizační institut (ČNI). Proto skupinu norem, zabývajících se Elektronickými zabezpečovacími systémy, najdeme pod označením EN 50131.

3 Základní druhy ochran

Většina dostupné literatury ([1] a [2]), zabývajících se zabezpečovacími systémy, rozlišuje čtyři základní druhy ochran:

- klasická ochrana
- režimová ochrana
- fyzická ochrana
- technická ochrana

3.1 Klasická ochrana

Klasická ochrana představuje asi historicky nejstarší typ ochrany. Její princip spočívá v zajištění příslušného objektu pomocí takových mechanických zařízení, která jej dokážou spolehlivě ochránit. Jedná se zejména o vytváření různých zábran (např. ploty, mříže, kované truhlice, pancéřové pokladny apod.) znemožňující odcizení či zničení cenných předmětů, zařízení atd., nebo vytvářejí takové překážky, které pachateli značně ztíží dosažení jeho cíle. Klasická ochrana je základem každého zabezpečovacího systému, nikoliv však ochranou dostačující.

3.2 Režimová ochrana

Režimová ochrana je souborem organizačně administrativních opatření a postupů směřujících k zajištění požadovaných podmínek pro funkci zabezpečovacího systému a jeho sladění s provozem chráněného objektu. V praxi se jedná o směrnice pro vstup, odchod a pohyb osob po objektu, pro manipulaci s hodnotami a informacemi, provoz a využívání zabezpečovacích systémů, výkon služby ostrahy objektu atp. Základním problémem režimové ochrany není vytvoření účinných směrnic, ale jejich prosazování a zavádění do každodenního života objektu. Režimová opatření lze dělit na:

1. **Vnější** – Tato opatření se týkají vstupních a výstupních podmínek u chráněného objektu, tj. prostorů, kde se vozidla i osoby dostávají do objektu a kudy je opouštějí. Opatření režimového charakteru stanoví, kde, kdy, jak a čím smí nebo nesmí do objektu vstupovat a objekt opouštět.
2. **Vnitřní** – Tato opatření se týkají dodržování bezpečnostních směrnic pro omezení pohybu osob a vozidel v objektu na určité oblasti nebo okruhy, režimu pohybu materiálu pro zamezení úniku zbytných nebo

nevidovaných materiálů, skladových režimů, určujících způsob příjmu a výdeje materiálů od překročení hranice objektu až po jeho opuštění.

3.3 Fyzická ochrana

Pokud je klasická ochrana základem každého zabezpečovacího systému, je fyzická ochrana jeho završením. Tento druh ochrany je zajištěn vrátnými, hlídači, strážnými, hlídací službou či policisty. Na úrovni těchto osob závisí výsledná účinnost všech ostatních druhů ochrany. Značnou nevýhodou tohoto druhu ochrany je její nákladnost v oblasti režijních nákladů (platy).

3.4 Technická ochrana

Její hlavní funkce spočívá v rychlé reakci na změny vyvolané pachatelem a na základě těchto změn, indikovaných i na značné vzdálenosti, uvádějí v činnost různé druhy protiopatření. Technická ochrana sama o sobě není ochranou v pravém slova smyslu, ale má směrem k pachateli bezprostředně jen odstrašující účinek.

V obecném případě jde o detekční systém, který technickými prostředky sleduje situaci v chráněném prostoru, tj. zkoumá fyzikální, případně i jiné veličiny, které pak vyhodnocuje z hlediska „jevů s charakterem nebezpečí“.

Hlavními úkoly technické ochrany jsou:

- podporovat klasickou ochranu – zjišťovat a předávat informace o napadení
- zvyšovat efektivnost fyzické ochrany

4 Prostorová ochrana objektů

Prostorová ochrana objektů se nejčastěji realizuje pomocí zařízení elektrické zabezpečovací signalizace (zařízení EZS), což je soubor čidel, tísňových hlásičů, ústředen, prostředků poplachové signalizace, přenosových zařízení, zapisovacích zařízení a ovládacích zařízení, jejichž prostřednictvím je opticky nebo akusticky signalizováno na určeném místě narušení střeženého objektu nebo prostoru.

Z hlediska stupně rizika není možné použít jakékoliv zabezpečovací zařízení pro všechny objekty. Jednoduchá zařízení EZS jsou určena pro nízká rizika, složitější pro střední rizika a profesionální pro vysoká rizika. Norma ČSN EN 50131-1 rozlišuje tyto stupně zabezpečení:

Tabulka 1: Stupně zabezpečení (ČSN EN 50131-1).

Stupeň	Riziko	Druh objektů
1	nízké	byty, vilky, malé provozovny, obchůdky, garáže aj.
2	nízké až střední	obchody, sklady, provozovny, obchodní domy
3	střední až vysoké	peněžní ústavy, velká klenotnictví, prodejny zbraní, galerie aj.
4	vysoké	vybrané státní instituce, centrální úložny, atomové elektrárny aj.

Hlídaní prostor objektů řadíme mezi technickou ochranu a z hlediska prostorového zaměření rozlišujeme pět druhů ochran, a to:

- obvodová ochrana
- plášťová ochrana
- prostorová ochrana
- předmětová ochrana
- klíčová ochrana

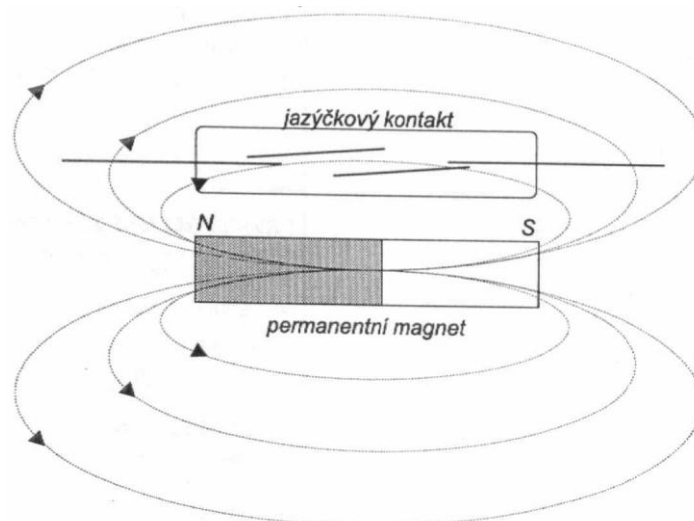
4.1 Prvky obvodové ochrany

Obvodovou ochranou rozumíme vnější perimetr objektu. Tím je myšlena jeho astrální hranice, vymezená obvykle přírodními nebo umělými bariérami. Ochranu těchto prostor realizujeme prostředky speciálně vyráběné pro tento účel. Příkladem mohou být mikrofonicke kabely, infračervené závory a mikrovláknové bariéry pro venkovní použití, šterbinové kabely, tlakové hadice, venkovní pasivní infračervená čidla apod. Využívány jsou i modifikace uvedených principů (např. doplněním o umělou inteligenci). Další možností je využití kamerových systémů, jejichž zavedení není v České republice z legislativních důvodů úplně jednoduché.

4.2 Prvky plášťové ochrany

4.2.1 Magnetické kontakty

Nejčastěji používaným prvkem plášťové ochrany je magnetický kontakt, skládající se ze dvou dílů. Prvním je permanentní magnet tvořený nejčastěji zmagnetovaným válečkem z feritu a druhým dílem je jazýčkový kontakt, který je tvořen zatavenou skleněnou trubičkou, vyplněné ochrannou atmosférou, a v níž jsou umístěny dva feromagnetické kontakty. Oba dva díly bývají uloženy většinou v pouzdrech z nemagnetického materiálu nebo zabudovány přímo do tělesa oken či dveří. Princip činnosti je jednoduchý. V klidovém stavu je kontakt jazýčkového relé sepnut magnetickým polem permanentního magnetu. Při oddálení magnetu dojde k rozepnutí kontaktu a vyhlášení poplachu. Magnetické kontakty se používají ke střežení oken, dveří, vrat a rolet. Jedná se, díky své jednoduché konstrukci, o spolehlivý díl zabezpečovacího systému. K falešným poplachům dochází při nesprávné instalaci, nebo při nepřesném doléhání kontaktů.



Obrázek 1: Princip funkce magnetického kontaktu (Zdroj: [1]).

4.2.2 Čidla na ochranu skleněných ploch

Dalším poměrně často používaným prvkem jsou čidla na ochranu skleněných ploch. V této kategorii existuje několik skupin čidel, které se liší způsobem snímání a vyhodnocování stavu skleněných ploch.

První skupinou jsou kontaktní čidla. Tyto čidla jsou přilepena na plochu skla, kde snímají charakteristické mechanické vlnění šířící se pevným materiálem (sklem), které je typické pro tříštění skla. Narušení vyhodnocuje elektronika čidla. Dosah tohoto typu čidel je 1,5 až 3 metry.

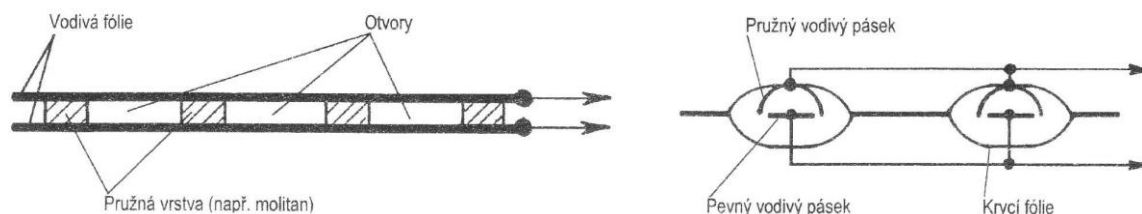
Dalším typem jsou aktivní čidla na ochranu skleněných ploch, jenž jsou určena pro nejvyšší úroveň rizik. Obsahují vysílací a přijímací část. Elektronika vyhodnocuje

změny přenosu oproti normálnímu stavu, který je uložen v paměti čidla. Tato čidla mohou snímat prostor až do plochy 25 m².

Velice rozšířeným typem jsou akustická čidla rozbití skleněných ploch. Tyto čidla na rozdíl od předchozích typů nevyhodnocují vlnění v tělese skla, ale následný akustický efekt při tříštění skla. Elektronika vyhodnocuje akustické vlnění snímané elektretovým mikrofonom. Dalším blokem je pásmová propust, sloužící k odfiltrování té části spektra, která je typická pro tříštění skla. Kvalitnější typy mají více pásmových propustí, a tím vyhodnocují přítomnost zvuku ve více částech zvukového spektra, a tak eliminují falešné poplachy způsobené např. dopravním ruchem nebo skřípavými zvuky.

4.2.3 Ostatní typy čidel plášťové ochrany

Dále do kategorie můžeme zařadit různé mechanické a smykové kontakty, nášlapné koberce, vibrační čidla, různé druhy a typy poplachových tapet a polepů, drátová čidla nebo rozporné tyče.



Obrázek 1: Schéma různých provedení nášlapných koberců (Zdroj: [2]).

4.3 Prvky prostorové ochrany

Prvky prostorové ochrany tvoří velice dobrý doplněk k prvkům plášťové ochrany. V praxi jsou tvořeny nejrůznějšími čidly pohybu, které rozdělujeme do dvou kategorií:

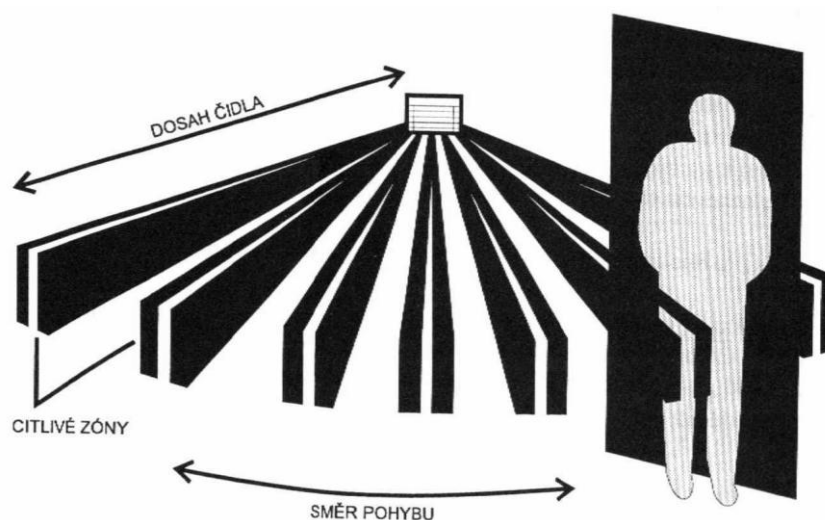
1. **Čidla pasivní**, která při zjišťování charakteristických rysů narušení registrují pouze fyzikální změny ve svém okolí
2. **Čidla aktivní**, která při zjišťování charakteristických rysů narušení vytvářejí své vlastní pracovní prostředí aktivním působením na své okolí a detekují změnu takto vytvořeného fyzikálního prostředí

4.3.1 Pasivní infračervená čidla

Tato čidla, označována jako PIR (Passive infra red sensor) jsou založena na principu zachycení změn vyzařování v infračerveném pásmu kmitočtového spektra elektromagnetického vlnění. K detekci je použit materiál vykazující pyroelektrický jev. Detekční prvek je měnič gradientní povahy, který je schopen detekovat pouze změny záření dopadající na detektor. Obraz střeženého prostoru v infračerveném pásmu je prostřednictvím optiky transformován na plochu senzoru. Zorné pole je rozděleno na

aktivní a neaktivní zóny. Pokud se tedy pohybuje těleso, jehož teplota je rozdílná od teploty okolí v zorném poli PIR senzoru, čidlo zachytí změny na hranici mezi aktivní a neaktivní zónou.

Nejčastěji se montují do centrálních bodů budovy, jako jsou schodišťové přístupy či výstupy, haly, spojovací chodby nebo vnitřní komunikační uzly. Aby se zamezilo falešným poplachům, nesmí být čidla vystavena vlivům ventilace (vstup, výstup, průvan), přímému nebo nepřímému vyzařování světla (slunce, reflektory), proměnnému zdroji tepla (topení, komíny) nebo spínaným rušivým IR zdrojům (žárovky).



Obrázek 2: Princip zachycení pohybu PIR čidlem (Zdroj: [1]).

4.3.2 Ultrazvuková čidla

Ultrazvuková čidla (US – Ultrasonic sensor) využívají část spektra mechanického vlnění nad pásmem kmitočtů slyšitelných lidským uchem. Protože do prostoru vysílají energii, považujeme je za aktivní. Základními prvky jsou vysílač, který vysílá vlnění o konstantním kmitočtu a přijímač, který přijímá odražené vlnění od překážek v uzavřeném prostoru. Není-li prostor narušen, je vlna přijata ve stejné fázi, jako vlna vyslaná. Pokud se hlídaným prostorem pohybuje těleso, dojde ke změně fáze přijatého vlnění, které se vyhodnotí jako poplach. Fyzikálně se jedná o aplikaci Dopplerova jevu. Zdrojem falešných poplachů může být široké množství předmětů, vydávající zvuk v oblasti pracovního kmitočtu čidla. Stejně tak je důležité, aby pracovní kmitočet neovlivňoval např. některá zvířata, která jsou schopna rozeznat zvuky v ultrazvukovém spektru. V uzavřeném prostoru můžeme instalovat více čidel, které je ovšem nutné na vysílací straně synchronizovat, aby nedošlo k vzájemnému ovlivnění.

4.3.3 Mikrovlnná čidla

Tato čidla fungují na stejném fyzikálním principu jako čidla ultrazvuková, akorát že ke své činnosti využívají spektrum elektromagnetického vlnění (MW – Microwave sensor) většinou o kmitočtu 2,5 GHz, 10 GHz nebo 24 GHz. Tyto čidla se nesmí instalovat v blízkosti velkých kovových objektů a místností, kde dochází ke spínání zářivkového osvětlení. Ve střeženém prostoru lze použít více čidel, pokud vyloučíme jejich negativní ovlivnění.

4.3.4 Kombinovaná (duální) čidla

Jedná se o kombinaci čidel PIR-US nebo PIR-MW, která nacházejí uplatnění v prostorách s obtížnými podmínkami nasazení, s výrazným negativním vlivem okolního prostředí. Při nasazení kombinovaných čidel se vychází ze zásady, že aplikace dvou odlišných fyzikálních jevů v konjunkci snižuje riziko vyvolání falešných poplachů vlivem prostředí, než se tak stává u jednosystémových čidel.

4.4 Prvky předmětové ochrany

Do této kategorie lze zařadit kromě specifických prvků určených pro předmětovou ochranu i prvky, původně určené pro jiné účely nebo typy ochran. Např. magnetické kontakty, PIR čidla s charakteristikou záclona, infračervené závory, mikrovlnná čidla, optoelektronická reflexní čidla apod.

4.4.1 Otřesová (seizmická) čidla

Pracují na principu selektivního zpracování vlnění, jenž se šíří pevnými tělesy při jejich mechanickém nebo termické opracování. Otřesová čidla jsou schopna rozlišit dnes všechny známé druhy napadení skříňových trezorů, nočních trezorů, peněžních automatů nebo těžkých trezorových místností. Jsou schopna rozeznat tyto druhy mechanického nebo termického napadení.

4.4.2 Čidla na ochranu uměleckých předmětů

Čidla slouží k ochraně uměleckých předmětů, jako např. obrazů, masek, koberců apod. Princip činnosti dovoluje trvalý dohled nad předmětem. V zásadě jde o dvě skupiny čidel:

1. **Závěsová čidla** – Střežený předmět je zavěšen pomocí závěsného lanka na hák čidla, které vyhodnocuje působící síly, a podle nastavení citlivosti vyhlašuje poplach. V principu jde o elektromechanický měnič s vyhodnocovací elektronikou.
2. **Polohová čidla** – Elektromagnetická nebo kontaktní čidla, která velmi citlivě reagují na změnu polohy střeženého předmětu.

4.4.3 Kapacitní čidla

Jsou určena k indikaci přiblížení či doteku chráněného předmětu. Střežený předmět je umístěn v elektrickém poli čidla nebo je přímou součástí elektrod. Osoba v elektrickém poli kondenzátoru tvořeného střeženým předmětem a polepy mění

parametry dielektrika a tím i kmitočet oscilátoru, jehož je kondenzátor součástí. Fázový detektor tyto změny vyhodnocuje a dává povel k vyhlášení poplachu.

4.5 Prvky klíčové ochrany

Jde o dosud vyjmenované prvky, zejména prvky prostorové ochrany, které mají za úkol signalizovat narušení v klíčových místech objektu. Tzn. předpokládaného pohybu pachatele v zájmovém prostoru (chodby, schodiště, haly apod.).

5 Ústředny EZS

Hlavním úkolem ústředny elektrických zabezpečovacích systémů (EZS) je sběr informací o stavu jednotlivých poplachových čidel a na základě předem vytvořeného rozhodovacího schématu vyvolat poplachový signál.

Existuje nepřeberné množství ústředen, které se od sebe liší jak vnitřním provedením elektroniky, tak programovým vybavením, způsoby indikace a ovládání, připojování vstupů a výstupů apod. Přesto by různé typy ústředen měli splňovat základní charakteristiky:

- přijímat a vyhodnocovat výstupní elektrické signály od čidel
- signalizovat a vysílat informace o svých stavech
- ovládat poplachové, signalizační a doplňkové prostředky
- napájet čidla nebo další prvky EZS
- pomocí elektrických zámků, popř. vlastních ovládacích klávesnic, uvést celý systém EZS do stavu střežení nebo klidu
- umožnit diagnostiku

5.1 Dělení ústředen EZS

Ústředny EZS lze dělit do několika skupin podle jejich užitečných parametrů, kvality a komfortu vybavení. Z praktického hlediska dělíme ústředny podle:

- stupně vybavenosti
- počtu smyček
- způsobu připojování smyček

5.1.1 Ústředny EZS podle stupně vybavenosti

Stupněm vybavenosti rozumíme komfort jejich obsluhy a její odolnost proti překonání a tím vyřazení celého nebo alespoň části systému. Stupeň vybavenosti pak odpovídá riziku chráněného objektu a odpovídajícímu stupni zabezpečení. Dělení ústředen podle vybavenosti vypadá takto:

- nízké – stupeň zabezpečení 1
- nízké až střední – stupeň zabezpečení 2

Ústředny EZS

- střední až vysoké – stupeň zabezpečení 3
- vysoké – stupeň zabezpečení 4

5.1.2 Ústředny EZS podle počtu smyček

Podle velikosti a režimu v zabezpečovaném objektu se používají ústředny o různém počtu vstupních míst. Podle toho se dělí na:

- ústředny malé (1 až 5 smyček)
- ústředny střední (6 až 12 smyček)
- ústředny velké (na 12 smyček)
- pulty centralizované ochrany (až několik set vstupních míst)

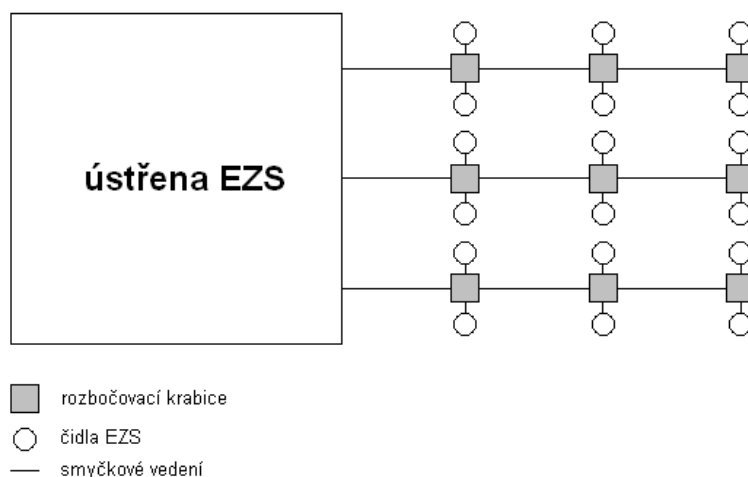
5.1.3 Ústředny EZS podle způsobu připojování smyček

Podle způsobu připojení smyček můžeme rozdělit ústředny na:

- ústředny analogové – smyčkové
- ústředny sběrníkové – s přímou adresací čidel
- ústředny koncentrátorové – smíšené
- ústředny s bezdrátovým přenosem poplachového signálu od čidel
- ústředny hybridní

Ústředna analogová – smyčková

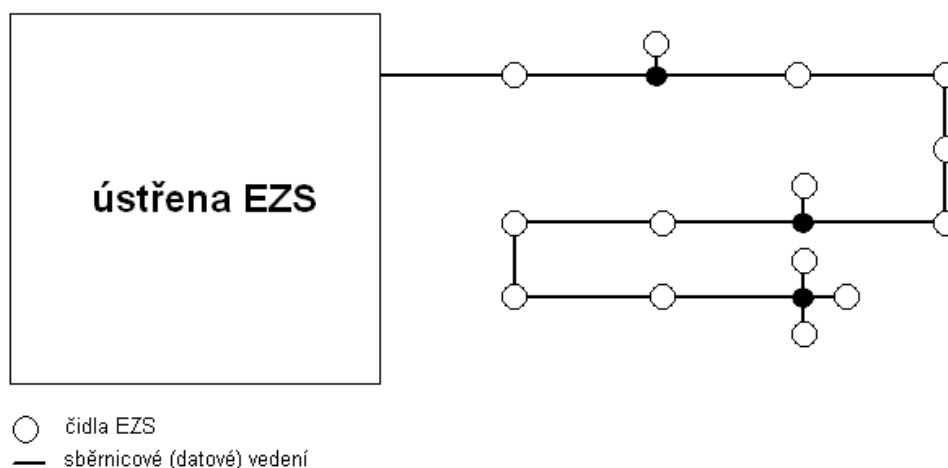
Analogová ústředna se vyznačuje tím, že má pro každou poplachovou smyčku vstupní vyhodnocovací obvod. Smyčkou se rozumí skupina čidel či sabotážních kontaktů, které jsou propojeny společným vedením, nejčastěji do série, a na výstupu vyhodnocována. Obvod je řešen pro připojení proudových smyček o definované hodnotě a toleranci. Smyčka je zakončena zakončovacím odporem tak, aby vykazovala předepsanou hodnotu odporu pro příslušný typ ústředny. Změna odporu smyčky, způsobená aktivací některého z čidel smyčky nebo sabotáží na smyčce, vede k vyhlášení poplachu.



Obrázek 4: Příklad zapojení systému EZS se smyčkovou ústřednou (Zdroj: [1]).

Ústředna sběrnicevá – s přímou adresací čidel

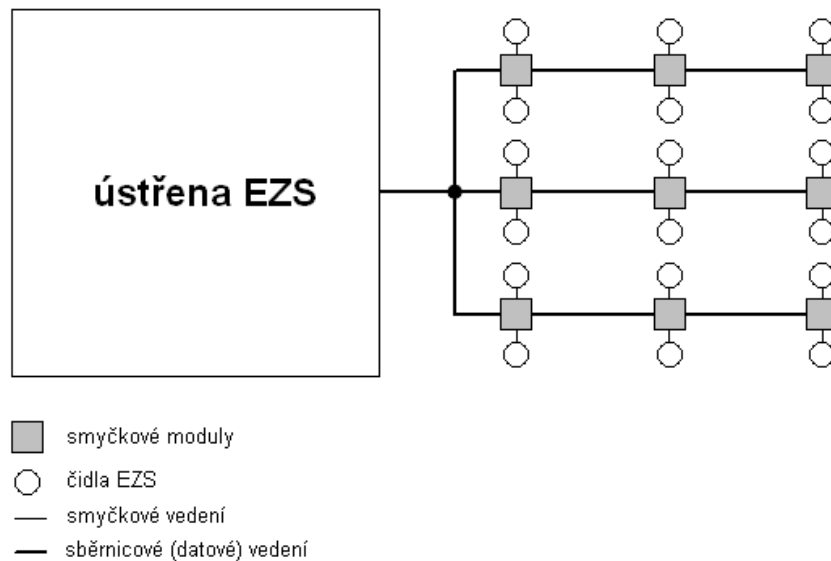
Sběrnicevá ústředna využívá digitální adresné komunikace po datové sběrnici mezi čidly a ústřednou v režimu časového nebo frekvenčního multiplexu. Ústředna periodicky generuje adresy jednotlivých čidel a přijímá příslušné odezvy. Každé čidlo je vybaveno komunikačním modulem. Kabelová síť je minimální, neboť je tvořena prakticky libovolnou konfigurací kabelové sítě (s max. délkou řádově stovky metrů). Jednotlivá čidla jsou propojena v libovolném pořadí na zpravidla čtyřvodičovém vedení, kde dva vodiče slouží k napájení a dva vodiče jako datová sběrnice. Výhodou tohoto systému je, že při narušení objektu ústředna oznámí, které konkrétní čidlo bylo aktivované a jaký je druh narušení. Nevýhodou je, že díky jednoduchosti kabelové sítě není možné realizovat dodatkové funkce čidel. Dále je potřeba při projekci zvažovat proudové odběry jednotlivých částí systému a průběžně propočítávat úbytky na napájecích vodičích.



Obrázek 5: Příklad zapojení systému EZS s ústřednou s přímou adresací čidel.

Ústředna koncentrátorové – smíšená

Smíšená ústředna je v podstatě kombinací analogové a sběrnicevé ústředny. Komunikace probíhá na principu datové komunikace mezi ústřednou a koncentrátorem, který se chová jako sběrnicevý modul smyček. Jinými slovy, mezi ústřednou a koncentrátorem probíhá komunikace pomocí datové nebo analogové sběrnice, a na koncentrátory jsou připojena čidla pomocí smyček. Vlastní vyhodnocování probíhá různými způsoby. Od přepojování jednotlivých smyček analogovým multiplexem, kdy vyhodnocení provádí ústředna, až po integraci vyhodnocovací logiky.



Obrázek 6: Příklad zapojení systému EZS s ústřednou smíšeného typu.

Ústředny s bezdrátovým přenosem od čidel

Jedná se o typ ústředen, kde komunikace mezi čidlem a ústřednou probíhá bezdrátovým způsobem. Nejčastěji se jedná o systémy pracující zpravidla v bezlicenčních pásmech ISM na frekvencích 433 MHz, 868 MHz nebo 2,4 GHz.

Čidla jsou napájena z baterie, proto je vhodné čidla dimenzovat na nejnižší možný klidový odběr proudu. Životnost baterie je maximálně několik let a je nutné ji pravidelně vyměňovat. Stav baterie by měl být přenášen do ústředny a v případě nutnosti její výměny upozornit obsluhu.

Bezdrátový přenos je citlivý na rušení použitého pásma. Trvalé rušení lze vyhodnotit a signalizovat jako sabotáž. Proto by systémy měli být schopné dynamicky měnit používaný kanál v rámci používaného pásma a zajisti tak úspěšný přenos stavu čidla. Přenos musí být také zabezpečený proti náhradě naučených prvků, např. vysíláním unikátní identifikace čidla v datovém rámci. Samotný přenos není z důvodu úspory elektrické energie trvalý, ale probíhá v definovaných časových intervalech.

Podle způsobu komunikace můžeme tyto systémy rozdělit na:

1. Systémy s jednosměrnou komunikací – kdy čidlo obsahuje vysílač a ústředna přijímač
2. Systémy s obousměrnou komunikací – když každý prvek systému obsahuje vysílač i přijímač

Ústředny hybridní

Tyto ústředny umožňují kombinované připojení jak drátových, tak i bezdrátových čidel. Hybridní ústředny mají všechny nevýhody smyčkových ústředen a výhody bezdrátových ústředen.

5.2 Technické vybavení ústředny EZS

Základní technické vybavení ústředny EZS tvoří následující funkční prvky:

- vstupní vyhodnocovací obvody
- výstupní obvody
- napájecí zdroje
- ovládací a indikační prvky

5.2.1 Vstupní vyhodnocovací obvody

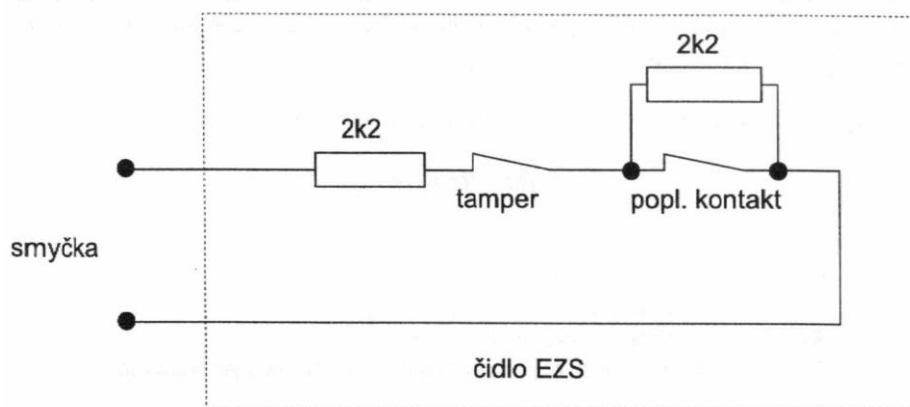
Základním a historicky nejstarším typem ústředny je ústředna smyčková, kde je vyhodnocován stav jedné či více smyček.

Jednotlivá čidla jsou propojena pomocí vícežilového stíněného kabelu a zapojena do poplachové, ochranné nebo tísňové smyčky. Elektrické parametry všech druhů smyček jsou stejné, liší se pouze způsobem hlášení svého narušení. Počet čidel ve smyčce je volen strategicky a podle technických parametrů ústředny, zároveň umožňují rozdělit střežený objekt do zón.

Nejjednodušší smyčky ústředen jsou schopny vyhodnotit pouze dva stavy. Tj. první ze stavů je rozpoznán jako „smyčka uzavřená“ a druhý stav jako „smyčka rozpojená“, přičemž druhý stav je vyhodnocován jako poplach.

Dokonalejší smyčky pracují jako přesné odporové děliče nebo vyvážené měřící můstky, u kterých je napětí na děliči nebo diagonále můstku úměrné velikosti rozvážení děliče nebo můstku. Toto „chybové“ napětí je přiváděno na obvod napěťového komparátoru, který při překročení určité meze překlopí svůj výstup a způsobí tak odpovídající reakci v logických obvodech ústředny.

S rozvojem A/D převodníků se objevují i systémy s tzv. dvojitě vyváženou smyčkou, kdy je možné pomocí jediného smyčkového vedení vyhodnotit jak poplachové hlášení, tak i neoprávněný zásah do čidla nebo přerušení smyčkového vedení.



Obrázek 7: Zapojení dvojitě vyvážené smyčky (Zdroj: [1]).

Tabulka 2: Interpretace stavů na dvojitě vyvážené smyčce.

	Zajišťovací kontakt (tamper)	Poplachový kontakt	Odpor smyčky
Sabotáž (tamper)	rozepnut	sepnut	∞
Sabotáž (zkrat)	sepnut	sepnut	0
Poplach	sepnut	rozepnut	4k4
Klidový stav	sepnut	sepnut	2k2

Vstupní obvody jsou citlivé na změny vstupních elektrických parametrů a mohou tedy být citlivé i na elektromagnetické rušení. Proto mají vstupní obvody ochranné prvky jako jsou jiskřiště nebo varistory. Základním předpokladem účinného odrušení je použití stíněných vodičů.

5.2.2 Výstupní obvody ústředí

Výstupní obvody ústředí EZS umožňují aktivovat výstupní signalizační a indikační obvody a prvky systému. Nejběžnější jsou tyto:

- **Výstup pro akustickou signalizaci** – jde o aktivní nebo pasivní sirénu. Výstup pro akustickou sirénu bývá obvykle programovatelný a umožňuje volit dobu funkce sirény (dle ČSN EN 50131-1/Z1), dobu zpoždění sirény, přerušování zvuku apod.
- **Výstup pro optickou signalizaci** – jde o zábleskový maják, který je většinou svázaný s akustickou sirénou, může být programovatelný
- **Výstup telefonního voliče** – tento výstup obvykle předá na předem zvolená telefonní čísla předem naprogramované údaje nebo zprávu
- **Programovatelné výstupy** – umožňují vytvořit potřebné výstupní signály
- **Pomocné zvukové výstupy** – slouží k připojení jednoho nebo více reproduktorů (např. pro dveřní gong, interní hlášení apod.)
- **Výstupní periferie** – různé typy rozhraní (např. RS232, USB atd.)
- **Bezpotenciálové výstupy** – přepínací kontakty relé

5.2.3 Napájecí obvody

Napájecí obvody slouží k napájení elektronických obvodů vlastní ústředny a k napájení všech návazných prvků systému EZS. Protože systém EZS musí být funkční i po výpadku napájecí sítě, je napájecí zdroj zálohován náhradním zdrojem napětí.

Základní napájecí zdroj je většinou integrovaný do vlastní ústředny, který dodává stabilizované napětí v rozsahu 12 až 13,8 V a musí být schopen dodat potřebný proud, který je součtem všech prvků systému včetně ústředny. Dále musí být dimenzován tak, aby po skončení nejdelšího výpadku sítě byl schopen dodat potřebný proud nejen pro všechny prvky připojené ke zdroji, ale i k dobíjení

Ústředny EZS

připojeného akumulátoru během normou předepsané doby. Pokud je systém EZS rozsáhlejší, pak je potřeba přidat přídatný síťový napájecí zdroj s vlastním náhradní zdrojem napětí. Přídatné síťové napájecí zdroje se dodávají se zatížitelností od 1 A do 10 A.

Náhradní napájecí zdroj musí být dimenzován tak, aby byl schopen překlenout nejdelší výpadek základního zdroje dle požadavků normy (ČSN EN 50131-6), odlišný pro jednotlivé stupně zabezpečení vztažený k úrovni rizik objektu.

Tabulka 3: Požadované doby zálohování systému EZS (ČSN EN 50131-6).

Minimální doba pohotovosti	Stupeň 1 [hod.]	Stupeň 2 [hod.]	Stupeň 3 [hod.]	Stupeň 4 [hod.]
Dle ČSN EN 50131-1	12	12	60	60
Dle ČSN EN 50131-6	8	15	24	24

Dále norma stanovuje doby, za které musí být akumulátor dobit na min. 80 % kapacity.

Tabulka 4: Požadované doby nabíjení (ČSN EN 50131-6).

	Stupeň 1 [hod.]	Stupeň 2 [hod.]	Stupeň 3 [hod.]	Stupeň 4 [hod.]
Maximální doba dobíjení na min. 80 % kapacity	72	72	24	24

Fyzicky jsou náhradní zdroje realizovány jako bezúdržbové plynotěsné olověné akumulátory s kapacitou od 1,2 Ah až po řádově stovky Ah.

5.2.4 Ovládací a indikační prvky ústředen EZS

Aby bylo možné ústředny nastavovat do různých pracovních režimů, vypínat nebo nastavovat speciální funkce, musí obsahovat ovládací prvky (tlačítka, klávesnice,...).

Stejně tak je nutné informovat o svých provozních stavech. Proto jsou ústředny EZS vybaveny od nejjednodušších indikačních prvků (LED diody, akustická signalizace) až po komfortnější alfanumerické displeje.

5.2.5 Doplnková zařízení ústředen EZS

Ústředny EZS lze vybavit i o další rozšiřující funkce jako jsou různé typy tiskáren, kamery (pro možnost fotodokumentace), blokovací a spínací zámky, kódové klávesnice nebo prvky umožňující ovládání ústředny kartou.

5.3 Současný stav ústředen EZS

Většina moderních ústředen EZS je vybavena zařízeními, schopnými přenášet informaci o poplachu k odpovědným osobám. Stále častěji jsou k tomuto účelu využívány GSM komunikátory, které využívají mobilní sítě k předání zprávy o poplachu formou SMS nebo bezplatného prozvonění. Zároveň tyto komunikátory umožňují i ovládání či nastavení ústředny pomocí SMS nebo prozvoněním z autorizovaného čísla.

Další možností je připojení k síti paketových standardů TCP/IP, které bývá realizováno připojením k lokální síti objektu (LAN) napojené na internet, nebo pomocí GPRS spojení, o který bývají rozšířené GSM komunikátory. Ústřednu pak lze ovládat a nastavovat i vzdáleně, což značně zvyšuje komfort obsluhy.

Typickým produktem výše uvedených vlastností je modul kombinovaného LAN a telefonní linky JA-80V společnosti Jablotron [26], kterým je možné ústřednu nastavovat vzdáleně skrz internet, pomocí systému GSMLink. Tento systém vyvinula právě firma Jablotron a běžný uživatel k němu může přistoupit skrz webové rozhraní v internetovém prohlížeči.

Existují i moduly jiných výrobců, např. IP150 od firmy Paradox [27], které obsahují již vestavěný konfigurační www server a nejsou tak závislé na spolupráci se servery svého výrobce. Veškeré datové přenosy jsou šifrovány např. pomocí protokolu HTTPS.

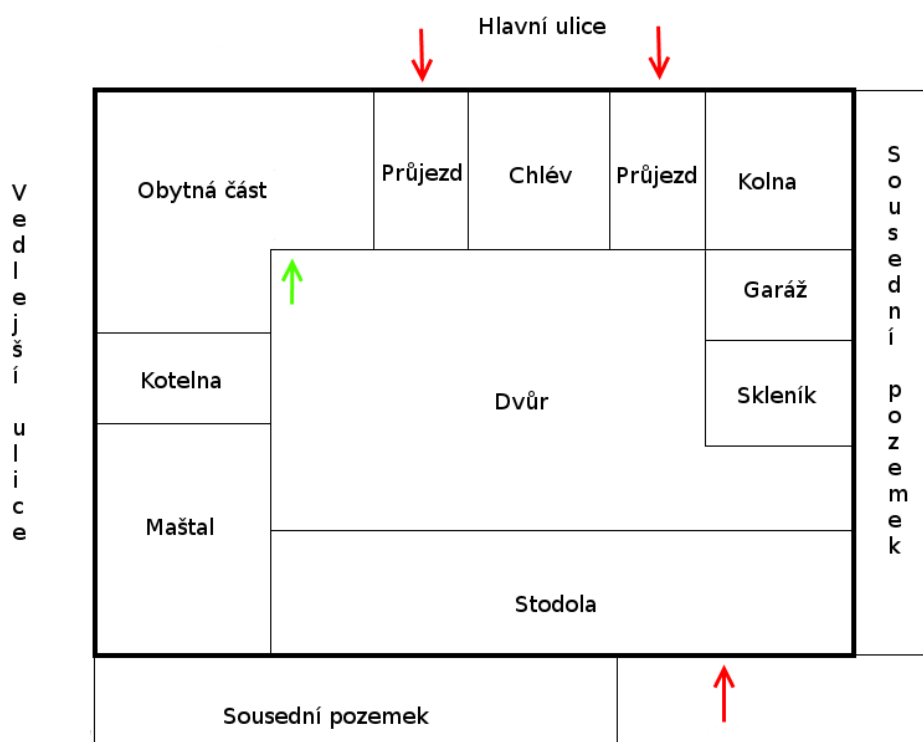
Moderní ústředny jsou většinou realizovány jako ústředny hybridní, tzn., kombinují jak připojení bezdrátových čidel, tak i drátových smyček. Např. systém Jablotron 80 s bezdrátovým modulem JA-82R dokáže připojit až 50 bezdrátových periférií, se smyčkovým modulem JA-82C lze realizovat až 30 drátových smyček. Dalšími užitečnými funkcemi některých ústředen je možnost logování událostí na SD kartu nebo funkce kalendáře pro rozvrh střežení objektu. Samozřejmostí je napojení na PCO.

Samozřejmou součástí moderních ústředen jsou i programovatelné výstupy.

6 Praktický návrh zabezpečení rodinného domu

6.1 Popis situace

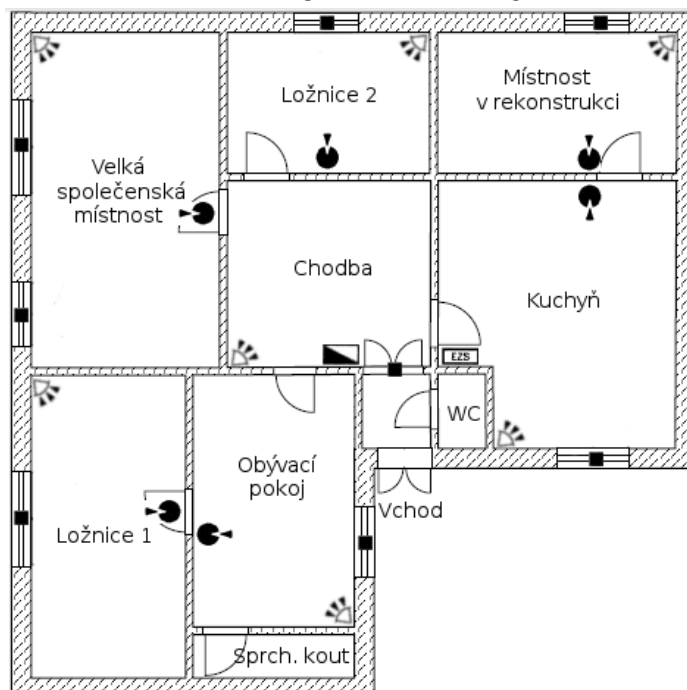
Návrh se zabývá zabezpečením bývalého hospodářského stavení, v současné době sloužící k rekreačním účelům. Nachází se v malé obci (cca 100 obyvatel). Objekt je umístěn ve středu obce a je napojen na hlavní komunikaci procházející touto obcí. Po obvodu katastru pozemku je postaveno více na sebe navázaných budov tak, že tvoří vnitroblok. Jediné možné přístupové cesty, kterými se lze dostat do vnitrobloku jsou, kromě přirozených přístupových cest (znázorněno na obr. 14 červenou šipkou), okna obytné části budovy.



Obrázek 3: Zjednodušený náčrt rozmístění budov na pozemku.

Protože v účelových budovách není hodnotný majetek, a tento druh budov nejspíše časem projde rekonstrukcí, bude se práce zabývat pouze návrhem a řešením zabezpečení obytné části objektu.

6.2 Návrh řešení zabezpečení obytné části objektu



Obrázek 4: Návrh zabezpečení obytné části objektu.

Za vstupními dveřmi se nachází předsíň, vstup do chodby (centrální bod budovy) a WC. Zabezpečení předsíně není nijak řešeno, neboť tyto prostory mohou být využity i osobami, které nemají přístup do zbytku objektu.

Vstupní dvoukřídlé dveře do chodby jsou zabezpečeny magnetickým snímačem otevřených dveří. Pokud je systém aktivován, zahájí se odpočet vstupního času k deaktivaci systému. Zároveň je na levé straně u dveří ovládací panel ústředny, která je umístěna v kuchyni za dveřmi.

Chodba je zabezpečena PIR detektorem (na tomto místě jako prvek klíčové ochrany). Pokud detektor zjistí pohyb ve střeženém prostoru, aniž by byly otevřené dvoukřídlé dveře do chodby, dojde k okamžitému vyhlášení poplachu. V opačném případě poskytne detektor nastavený čas k vypnutí bezpečnostního systému.

Všechna okna na obvodu domu jsou zabezpečena magnetickým snímačem uzavření, který vyvolá poplach ihned po otevření okna. Může být nastaven tak, že zabezpečovací systém nepůjde aktivovat, pokud budou všechna nebo vybraná okna otevřena.

Zbylé místnosti jsou zabezpečeny podle stejného vzoru, tzn. detektorem pohybu a detektorem tříštění skla. Detektory pohybu jsou instalovány tak, aby zachytily předpokládaný pohyb pachatele, který je kolmý na myšlený průmět aktivních a neaktivních zón PIR senzoru (viz. Kap. 3.3.1). Zároveň je detektor

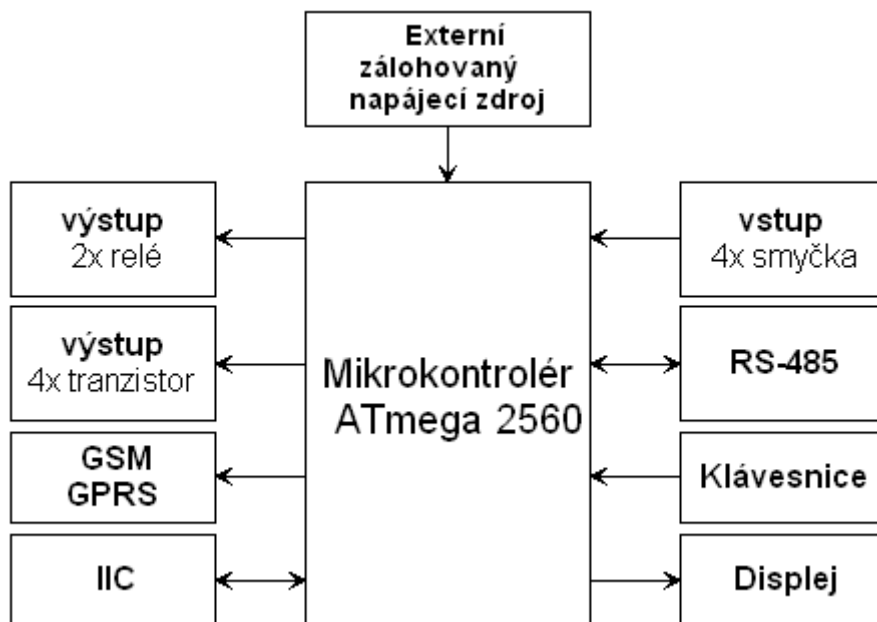
vybaven odpovídajícím druhem optiky. Detektor tříštění skla umožňuje zabezpečení objektu i v nočních hodinách, v době, kdy je objekt obydlen.

7 Praktický návrh ústředny EZS

7.1 Úvod

Cílem kapitoly je popsat návrh jednoduché ústředny EZS s možností využití GSM a možností rozšíření o další přídatné moduly. Ústředna bude napájena z externího záložního zdroje a bude vybavena těmito prvky:

- čtveřicí vstupů drátových smyček
- dvojicí reléových výstupů 250 V/10 A
- čtveřicí tranzistorových výstupů 5 V/40 mA
- rozhraním sběrnice RS-485
- rozhraním pro připojení maticové klávesnice a displeje
- rozhraním pro připojení přídatných modulů založených na sběrnici I²C



Obrázek 9: Blokové schéma ústředny.

7.2 Mikrokontrolér

Pro řízení ústředny EZS by zvolen 8bitový mikrokontrolér postavený na open-source platformě Arduino [8]. Tato platforma původně vznikla v roce 2005 v Itálii jako rychlá prototypovací sada pro potřeby studentů. Jedná se o vývojové desky osazené čipy ATmega z rodiny AVR od firmy Atmel. Tyto čipy jsou již dodávány na desce a obsahují vlastní bootloader, který umožňuje snadné a rychlé programování. K desce je dodáváno multiplatformní vývojové prostředí, založené na programovacím jazyku Processing [9]. Programování mikrokontroléru je realizováno vlastní programovacím

jazykem, vycházející z open-source programovacího frameworku určeného pro mikrokontroléry – Wiring [10], období jazyku C.

Hlavní výhodou celé platformy je, že dokumentace, referenční příručka a většina externích knihoven je volně dostupná pod licencí Creative Commons [11]. Díky své poměrně vysoké popularitě lze na internetu nalézt celou řadu postupů, algoritmů nebo publikací (např. [12] a [13]), pro typické situace při práci s mikrokontrolérem, čehož lze využít při programování obsluhy ústředny (obsluha LCD displeje a klávesnice, zpracování dat z A/D převodníku).

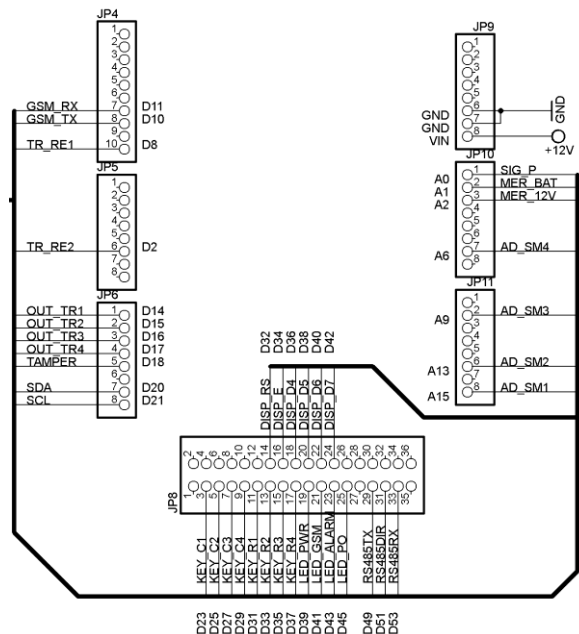
V ústředně je použita vývojová deska Arduino Mega2560 [14] osazená čipem ATmega2560. Podrobné parametry mikrokontroléru jsou součástí přílohy.

Rozsah vstupního napětí je dán tím, že vývojová deska již obsahuje 5 V napěťový regulátor. Protože ústředna je napájena 12 V zálohovaným zdrojem napětí, není třeba, pro potřeby vývojové desky, napětí dále upravovat.

Vývojová deska obsahuje 54 digitálních programovatelných pinů. Všechny piny mohou být použity pro digitální vstup nebo výstup. Kromě toho některé digitální piny poskytují i jiné funkce jako je možnost sériové komunikace, PWM výstup, podporu pro sběrnice SPI nebo I²C, vstup pro externí zdroje přerušení aj. Každý digitální pin může na výstup poskytnout proud až do velikosti 40 mA a je jištěn interními zdvihacími (pull-up) rezistory o velikosti 20-50 kΩ. Analogové vstupy umožňují A/D převod pomocí 10bitového převodníku. Pro programování obsahuje vývojová deska USB port.

Vývojová deska mikrokontroléru je připojena k desce plošných spojů ústředny zasazením na propojovací kolíky. Význam jednotlivých vývodů bude popsán dále.

ROZLOZENÍ A ZAPOJENÍ PINŮ PRO PŘIPOJENÍ VÝVOJOVÉ DESKY ARDUINO ATMEGA 2560



Obrázek 10: Rozložení a zapojení pinů na vývojové desce Arduino MEGA2560.

7.3 Použitý GSM modul

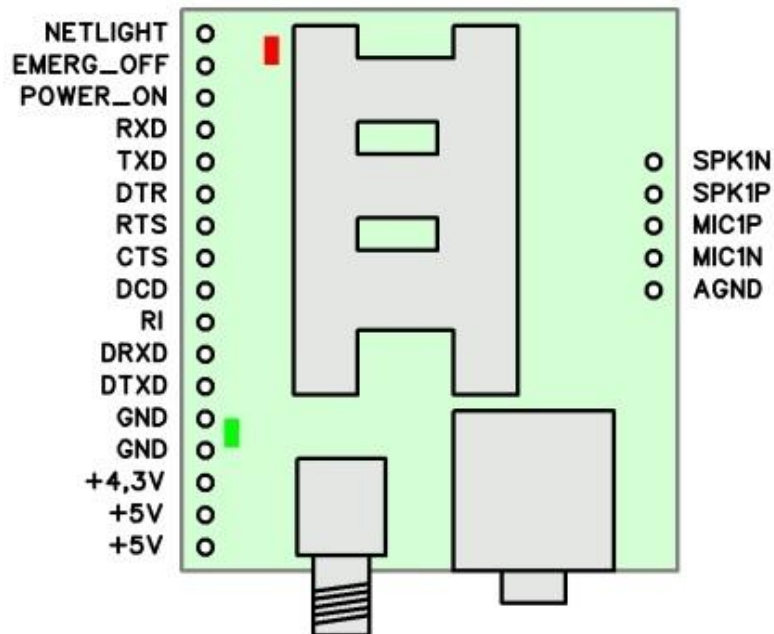
Pro komunikaci v síti GSM byl zvolen vývojový modul PGSM od firmy Pandatron. Modul je osazen obvodem M10 od společnosti Quectel ([15],[16]). Tento modul kromě GSM technologie podporuje i datové přenosy GPRS class 12 a zároveň integruje plnou podporu služeb TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP i celou řadu dalších funkcí. Proto lze tento modul využít nejen k posílání SMS zpráv o stavu ústředny, ale i k posílání dalších údajů (např. ze senzorů připojených k rozhraní RS-485 nebo I²C) v datových formátech, určených k výměně dat mezi počítači jako je např. formát XML [17] nebo JSON [18] a jejich následné zpracování externími aplikacemi.

Základní vlastnosti GSM/GPRS obvodů M10:

- čtyřpásmové (Quad-Band) provedení: 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot: Class 12/10/8
- GPRS mobile station: Class B
- podpora hlasových služeb s odděleným výstupem pro hands-free
- integrované datové služby: TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP a další
- SMS, MMS, WAP i fax
- podpora pro LCD displej, maticovou klávesnici
- možnost dobíjení napájecí baterie
- rozsah napájecího napětí: 3,4 až 4,5 V (4,0 V typ)
- nízkopříkonový provoz: 1,1 mA

- rozsah provozních teplot: -45 °C až +85 °C

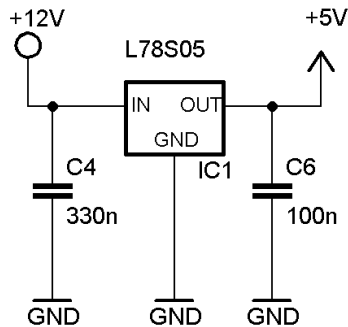
Na vývojové desce je k dispozici kompletní sada pinů sériového portu (RXD, TXD, RTS, CTS, DTR, DCD a RI), piny tzv. pomocného sériového portu (DRXD a DTXD) a tři řídicí signály. Signál POWER_ON (aktivní v 1) slouží k zapnutí a vypnutí modulu a na desce se přes digitální tranzistor T1 typu MMUN2233 vede k pinu PWRKEY. K tomuto pinu je na modulu PGSM připojené i malé ovládací tlačítko T11, určené pro zapnutí/vypnutí modulu především při vývoji. Dále jsou na konektoru J1 dostupné signály EMERG_ON (určený pro změnu provozního stavu) a NETLIGHT (indikující provozní stav). U signálu NETLIGHT je na desce rovněž osazená červená SMD LED D3. Pro potřeby testování ústředny zůstal pin PWRKEY nezapojený, proto se modul musí spustit ručně tlačítkem T11. Připojení do GSM sítě je pak signalizováno diodou na desce ústředny.



Obrázek 11: Nákres GSM modulu vč. popisu vývodů (Zdroj: [15])

Modul obsahuje piny pro připojení stabilizovaného napětí 5 V, kde je napájecí napětí sraženo přes výkonovou křemíkovou diodu na odpovídající rozsah napájecího napětí čipu (asi 4,5 V). Klidový odběr modulu je poměrně nízký a pohybuje se kolem 10 mA. Jakmile však moduly začnou komunikovat s vysílači základové stanice, dojde k pulznímu nárůstu proudu až na 2 A v poměru 1/8. Proto je napájení modulu realizováno skrz vlastní 5 V napěťový regulátor, který na rozdíl od 5 V regulátoru napětí umístěného na vývojové desce mikrokontroléru, umí odolat pulzním proudům.

STABILIZATOR NAPETI 5V
PRO GSM MODUL



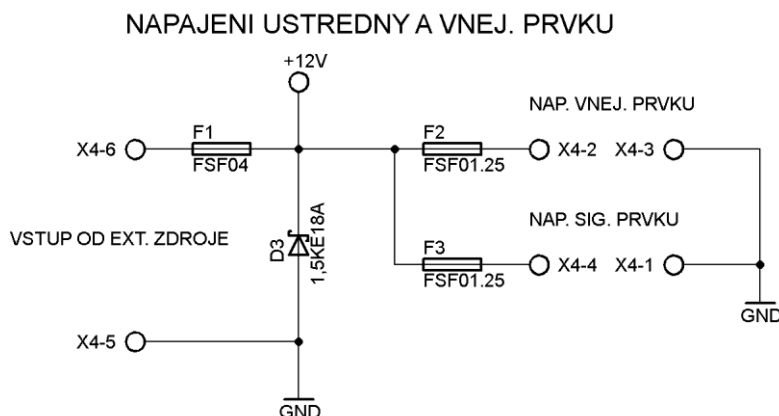
Obrázek 12: Řešení regulace napájení pro GSM modul.

Komunikace mezi vývojovou deskou mikrokontroléru a modulem GSM je realizována připojením na piny RXD a TXD GSM modulu. Zároveň je potřeba propojit piny RTS a CTS pro hardwarové řízení toku dat. Vývojový modul se připojuje k desce zasazením do dutinové lišty.

7.4 Napájení ústředny a vnějších a signalizačních prvků

Napájení ústředny je řešeno 12 V vnějším zálohovaným zdrojem napětí, který se připojí na vstupní svorky ústředny. Vstup je chráněn 4 A tavnou proudovou pojistkou F_1 proti nadproudu a 18 V transilem D_3 proti přepětí (např. přepětovým impulzem).

Výstupní napájecí svorky ústředny jsou rozděleny na dvě napájecí větve, chráněné 2 A tavnými pojistkami F_2 a F_3 . Zatímco první napájecí větev je určena k napájení obvodů vnějších prvků ústředny (zejména aktivních čidel), druhá napájecí větev je určena k napájení obvodů signalizačních prvků (např. sirény).



Obrázek 13: Uspořádání napájecích svorek a svorek pro napájení vnějšího příslušenství.

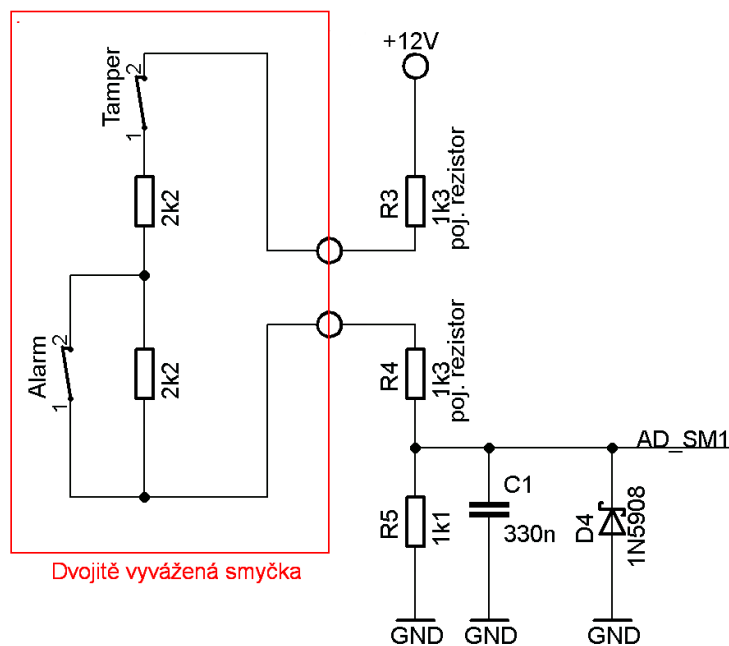
7.5 Vstupní obvody

Účelem bylo navrhnout jednoduché zapojení, které bude zároveň chránit výkonové jádro ústředny před záměrným zničením a které bude schopno detekovat základní stavy dvojitě vyvážené smyčky.

Ústředna obsahuje 4 smyčky. Obvod každé smyčky je zapojen jako odporový dělič. Není-li smyčka zcela rozpojena, prochází všemi rezistory v obvodu smyčky proud, který vyvolá úbytek na rezistoru R_5 . Tento úbytek je snímán A/D převodníkem a spolu se znalostí aktuální hodnoty napájecího napětí ústředny (typicky +12 V), může být vyhodnocen stav smyčky.

Smyčka obsahuje ochranné prvky, které chrání jádro ústředny proti záměrnému útoku. Odporový dělič tvoří dva pojistkové rezistory, které se při déle trvajícím přepětí přepálí. R_3 chrání napájecí svorku smyčky a R_4 spolu s transilem D_4 , jehož závěrné napětí je 5 V, chrání A/D převodník před dlouhotrvajícím přepětím.

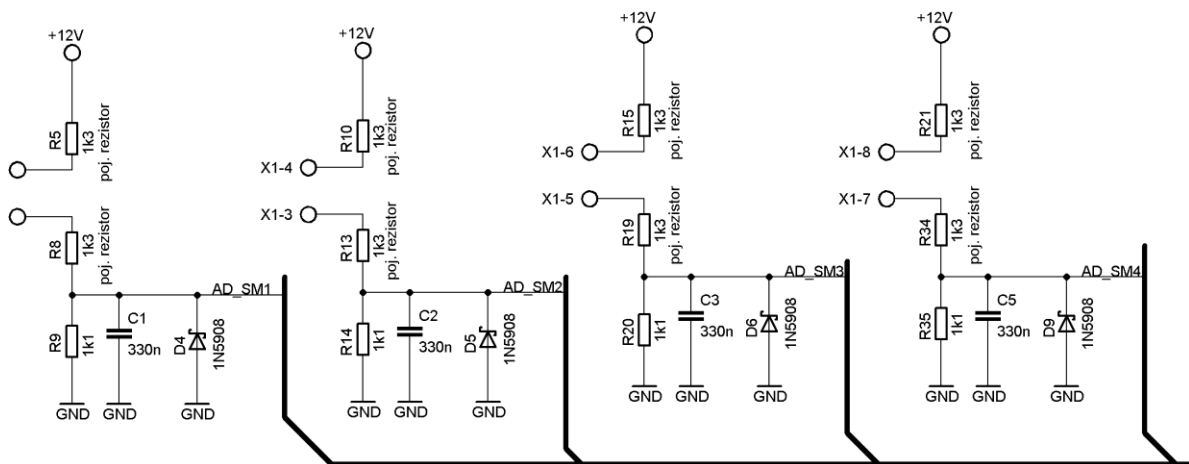
Princip měření dvojitě vyvážené smyčky ilustruje obr. 14.



Obrázek 14: Princip činnosti dvojitě vyvážené smyčky.

Kondenzátor C_1 tvoří spolu s vnitřním odporem děliče RC člunek s časovou konstantou $\tau \doteq 1 \text{ ms}$. Hodnota děliče je snímána A/D převodníkem označené jako AD_SM1

ZAPOJENÍ DRATOVÝCH SMYCEK



Obrázek 15: Celkové zapojení smyček.

.Vodiče AD_SM1 až AD_SM4 jsou připojeny k A/D převodníku, který vyhodnocuje stav smyčky 1 až 4.

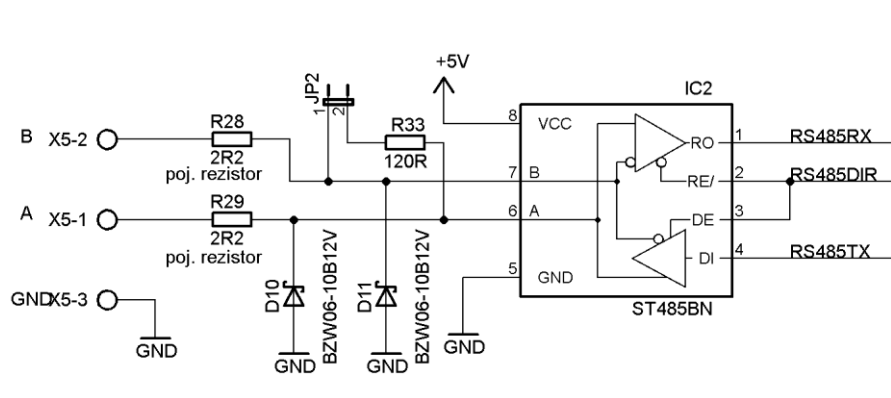
7.6 Sběrnice RS-485

Rozhraní RS-485 umožňuje připojit až několik desítek až stovek zařízení (dle typu použitého budiče), komunikujících některým z protokolů, založených na tomto standardu (např. čtečky RFID karet, přístupové klávesnice, zařízení domovní automatizace atd.). Podrobně ([22],[23]).

V ústředně je použit transceiver ST485BN s nízkou spotřebou, umožňující připojení až 64 zařízení s poloduplexní komunikací.

Stejně jako všechny vstupy ústředny, jsou i vstupy sběrnice chráněny proti přepětí. Každý z datových vodičů A a B je chráněn pojistkovým rezistorem a obousměrným transilem se závěrným napětím 12 V. Obvod je řízen softwarově třemi vodiči: RS485RX pro příjem, RS485TX pro vysílání dat a RS485DIR pro řízení směru vysílání nebo přijímání dat.

BLOK ROZHRANI RS-485



Obrázek 16: Realizace zapojení sběrnice RS-485.

7.7 Sběrnice I²C

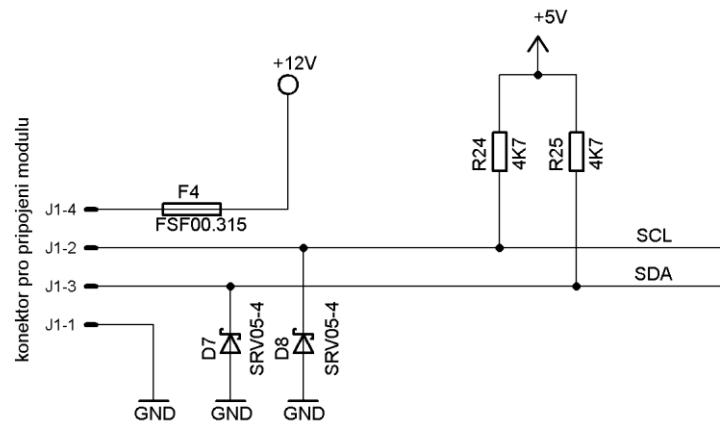
Modul ústředny je vybaven rozhraním pro připojení přídatných modulů, které rozšiřují jeho vstupní a výstupní možnosti.

Pro připojení přídatných modulů je definováno jednoduché rozhraní, skládající se sběrnice I²C a rozvodu napájení 12 V, připojené na čtyřpinový konektor. Napájení je jištěno 300 mA tavnou pojistkou.

Sběrnice I²C [24] je jednoduchá dvou vodičová synchronní sběrnice, umožňující adresování až 127 paralelně připojených zařízení (v rozšířeném módu až 1023) s přenosem dat rychlostí 100 kb/s v nejpomalejším módu sběrnice. Vodiče pracují jako tzv. montážní součin, tzn., že výstupy připojených zařízení jsou v provedení s otevřeným kolektorem a klidovou log. 1 na sběrnici zajišťují „pull-up“ rezistory. Sběrnice umožňuje spolupráci s obvody napájených napětím 3,3 V nebo 5 V.

Při návrhu přídatných modulů je potřeba respektovat maximální kapacitu sběrnice 400 pF, Proto je potřeba sečíst vstupní kapacitu IO, kapacitu vodiče na desce, kapacitu transilu, kapacitu zdvihacího rezistoru, kapacitu konektoru a přívodního vodiče a zjistit, zda vyhovují stanovené podmínce.

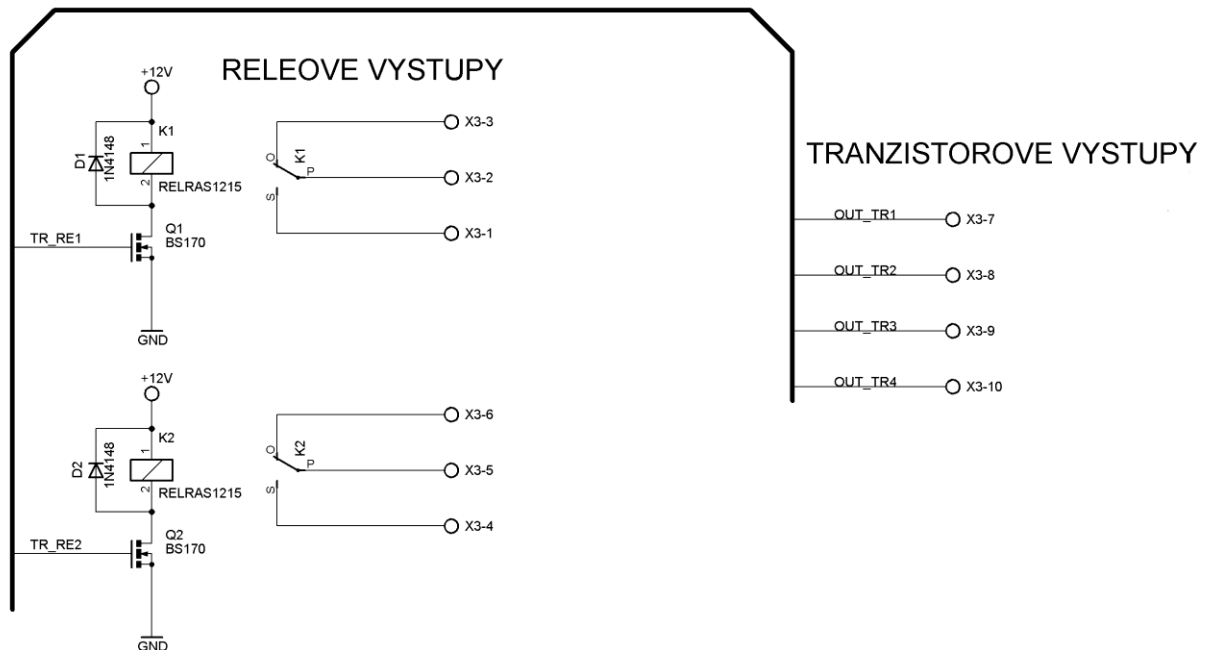
ROZHRANI PRID. MODULU I2C



Obrázek 17: Zapojení rozhraní přídatných modulů založených na I²C.

7.8 Výstupní obvody

Šest vývodů mikrokontroléru ovládá reléové a tranzistorové výstupy. Dva výstupy tvoří elektromechanická relé 250 V/10 A, která jsou spínána tranzistorem typu MOSFET s N kanálem. Zbylé čtyři vývody jsou tranzistorové výstupy mikrokontroléru s parametry 5 V/40 mA.



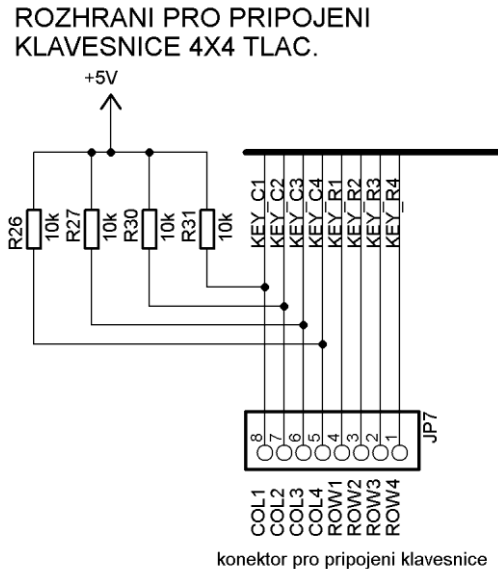
Obrázek 18: Výstupní reléové a tranzistorové obvody.

7.9 Obvody ovládání a signalizace

Na desce plošného spoje jsou připraveny dva konektory pro připojení vstupních a výstupních zařízení pro ovládání ústředny. První konektor je určen pro připojení maticové klávesnice o rozměrech 4x4, ale je možné připojit i menší

Praktický návrh ústředny EZS

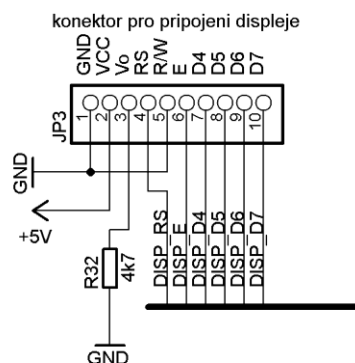
klávesnice (např. 3x4). Maticová klávesnice se připojuje pomocí 8 vodičů. Vodiče KEY_C1 až KEY_C4 mají za úkol sledovat stav logických hodnot v sloupci 1 až 4. Vodiče KEY_R1 až KEY_R4 sledují stav logických hodnot v řádku 1 až 4. Na základě tohoto „souřadnicového“ systému se vyhodnocuje pozice stisknutého tlačítka.



Obrázek 19: Zapojení konektoru pro připojení klávesnice

Druhý konektor je určen pro připojení LCD displeje s řadičem Hitachi HD44780 (podrobně [25]) s komunikací po 4bitové sběrnici. Konektor obsahuje všechny potřebné vývody pro ovládání tohoto displeje, ale zároveň neposkytuje vývody pro napájení podsvícení displeje.

ROZHRANI PRO PŘIPOJENÍ DISPLEJE S RADICEM HD44780

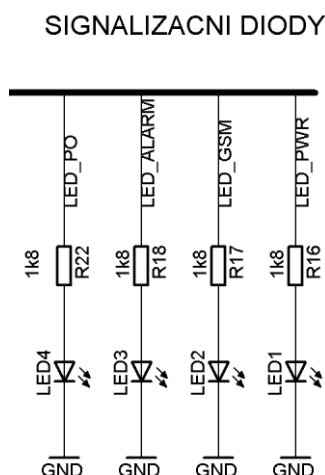


Obrázek 20: Zapojení konektoru pro připojení displeje s řadičem HD44780

Popis konektoru byl z důvodu přehlednosti ponechán ve značení zahraniční literatury. Vývody GND a R/W (čtení obsahu displeje, které není potřeba) jsou trvale připojeny na zem. Vývod V_0 , který nastavuje kontrast displeje je uzemněn přes rezistor R_{32} , který pevně nastavuje kontrast displeje a jeho vhodná hodnota byla

určena pokusným měřením. Vývod RS slouží jako přepínač mezi zápisem dat nebo instrukcí. Vývod E je hodinový vstup displeje. Vývody DB4 až DB7 jsou datové vodiče.

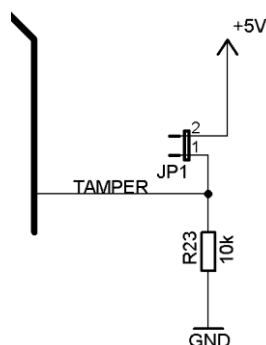
Signalizace činností je tvořena čtyřmi diodami. První zelená dioda (LED1) signalizuje činnost ústředny, druhá zelená dioda (LED2) signalizuje činnost GSM modulu, červená dioda (LED3) signalizuje poplach nebo narušení a žlutá dioda (LED4) signalizuje poruchu. Diody jsou napájeny z mikrokontroléru a prochází jimi proud 2 mA.



Obrázek 21: Zapojení signalizačních diod.

Posledním signalizačním prvkem je tamper samotné ústředny, k signalizaci sabotáže. Realizován je jumperem a vyhodnocován digitálním vstupem mikrokontroléru. Pokud je jumper zkratován, je vyhodnocovacím vodičem, označený jako TAMPER, vyhodnocen jako stav log. 1, neboť je přímo připojen na napětí 5 V, v případě, že dojde k sabotáži, je smyčka přerušena a vyhodnocena jako stav log. 0.

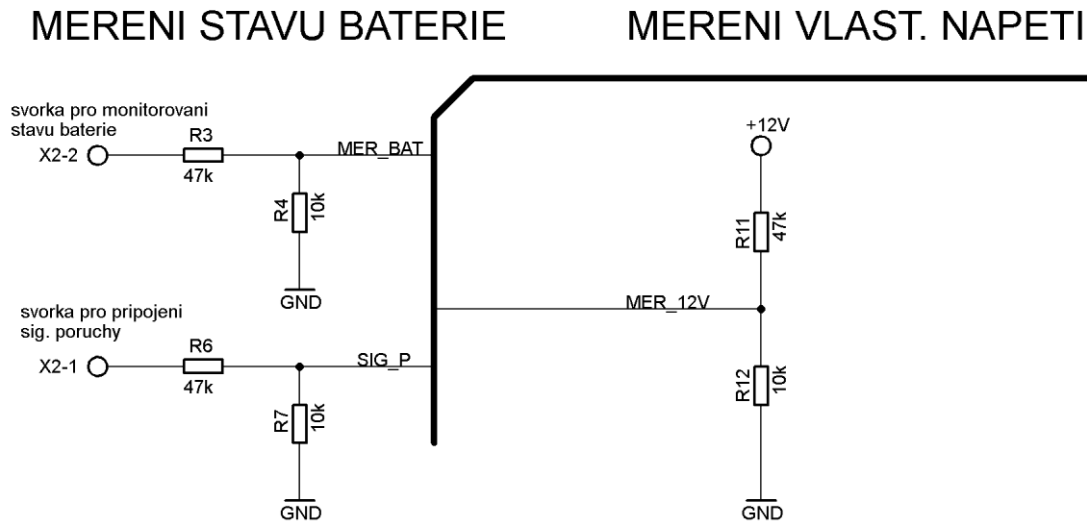
TAMPER



Obrázek 22: Obvodová realizace tamperu.

7.10 Ostatní obvody

Posledním typem použitých obvodů jsou obvody pro měření vlastního napětí ústředny, měření baterie a vyhodnocení signalizace poruchy. Všechny tři obvody jsou realizovány formou odporového děliče.



Obrázek 5: Měřící obvody.

7.11 Konstrukční provedení

Deska plošného spoje je realizována jako jednovrstvá o rozměrech 130 x 180 mm tak, aby se vešla do konstrukční krabičky U-KP22. Na krabičce je potřeba na odpovídajících místech vyříznout nebo odfrézovat otvory pro kabeláž a ovládací prvky.

7.12 Softwarové řešení

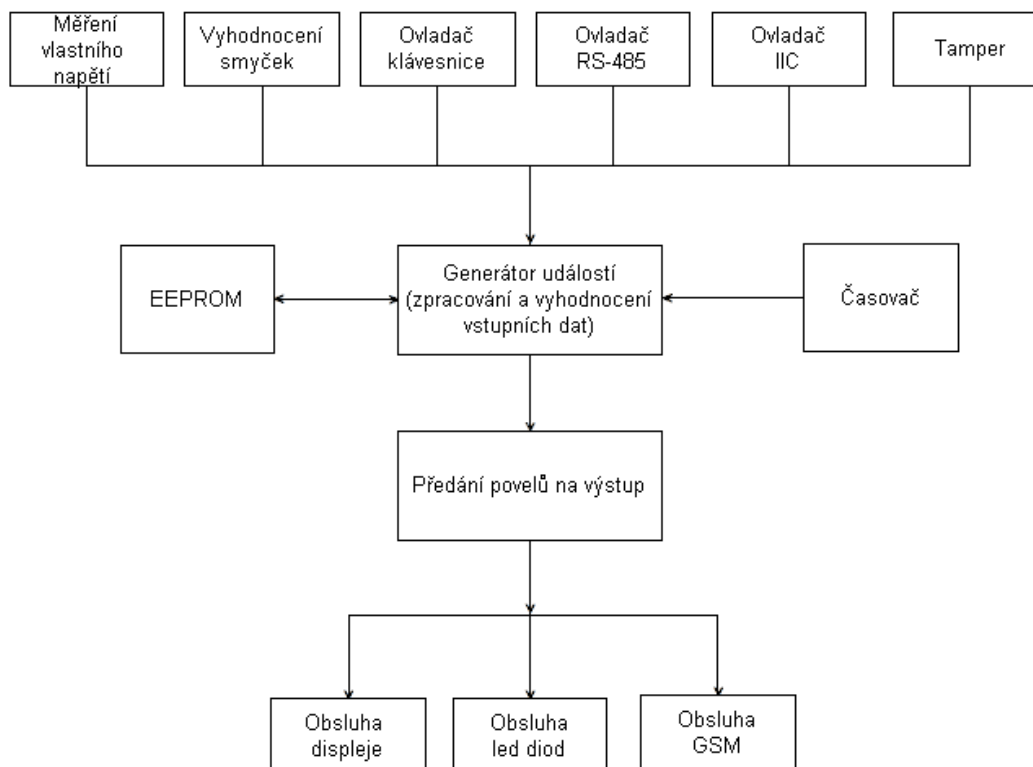
Při vývoji obslužného softwaru byly použity některé knihovny, které jsou standardně dodávány k vývojovému prostředí. Jde o knihovny určené pro práci s pamětí EEPROM, obsluhu GSM modulu a displeje, práce se sběrnici I²C. Další knihovny, určené pro práci s klávesnicí a sběrnici RS-485, lze sehnat na oficiálních stránkách projektu [8].

Knihovna pro GSM je původně určena pro Arduino GSM modul, který je osazen stejným čipem M10 jako modul použitý v této práci. Proto je potřeba ve zdrojových kódech knihovny pro GSM, najít a přepsat čísla vysílacích a přijímacích pinů tak, aby odpovídala rozložení na desce. Dále je potřeba v knihovně pro zpracování dat z klávesnice přejmenovat proměnou IDLE tak, aby nedocházelo při kompilaci programu ke konfliktu proměnných s knihovnou pro GSM.

Do paměti EEPROM se ukládá informace o aktuálním nastavení ústředny. Tzn. statuty smyček (zda je smyčka v aktivním režimu vyhodnocování nebo je neaktivní - tedy nemá za úkol střežení objektu), statut jednotlivých výstupů (které z výstupů mají být aktivovány v případě vyhlášení poplachu, telefonní čísla (na která

se bude předávat poplachová zpráva) a způsob předání informace (SMS nebo prozvonění), případně adresy čidel apod.

Softwarová struktura je tvořena souborem programových rutin, které jsou realizovány formou funkcí programovacího jazyka.



Obrázek 23: Softwarová struktura.

8 Parametry a spolehlivost zařízení

8.1 Základní parametry

Parametry zařízení byly zjišťovány na zjednodušeném modelu zabezpečovacího zařízení bez použití GSM modulu.

Klidový odběr

Klidový odběr zařízení byl měřen ampérmetrem a kolísal mezi 70 – 80 mA.

Smyčky

Smyčky byly úspěšně testovány na rozpoznání všech svých základních stavů a to i přes jednoduchou simulaci úbytků napětí na vedení pomocí rezistorů. Při simulaci byly uvažovány úbytky napětí pro stíněné měděné vodiče o průřezu 0,5 mm² pro různé délky vodiče. Výsledek byl očekávaný, protože úbytky prezentované odpory jsou o tři řády nižší, než ostatní odpory tvořící vnitřní část děliče.

Dalším měřením byly zjišťovány tolerance odporů, při kterých ústředna spolehlivě rozpozná stav smyčky. Protokol měření je součástí přílohy. Měřením bylo zjištěno, že se úspěšnost vyhodnocení pohybuje v rozsahu $\pm 25\%$ od jmenovité hodnoty rezistoru. Dle doporučení [5] je tolerance $\pm 30\%$. Tento parametr hodně závisí na nastavení ústředny a kvality stabilizace napájecího zdroje.

Sběrnice RS-485

Rozhraní úspěšně otestováno komunikací mezi dvěma mikrokontroléry.

Rozhraní přídatných modulů I²C

Rozhraní I²C po prvních úspěšných testech formou komunikace mezi mikrokontroléry, začalo vykazovat nefunkčnost. Úspěšné testy byly způsobeny špatně napsaným firmwarem komunikace. Problém byl nalezen a odstraněn. Problém spočíval ve vysoké kapacitě ochranných transilů typu 1N5908. Autor práce vycházel z katalogových listů firmy ON Semiconductor, zveřejněných na stránkách firmy GME [28], kde nebyla kapacita součástky uvedena. Na té samé stránce byl i druhý katalogový list téže součástky od firmy STMicroelectronics, kde hodnota parazitní kapacity byla vyjádřena graficky v závislosti na napětí. Graficky lze odečíst, že kapacita transilu je při 5 V přibližně 4,5 nF (za podmínek: teplota T_j=25 °C, frekvence f=1 MHz), což je o řád více, než je maximální dovolená kapacita sběrnice. Po odstranění transilů probíhala komunikace po sběrnici normálně. Problémové transily byly nahrazeny jiným typem, konkrétně SRV05-4 v SMD provedení s kapacitou 3 pF (dle katalogového listu). Ve schématu a na výkresu desky plošných spojů byla tato skutečnost opravena.

8.2 Spolehlivost zařízení

Zařízení bylo konstruováno tak, aby bylo schopno odolat typickým útokům na ústřednu. Spolehlivost ochrany a účinnost ochranných opatření ústředny by prokázali až zátěžové testy. Spolehlivosti zařízení by pomohly i obsáhlejší testy provozních stavů a modelových situací.

Dále je potřeba mít na vědomí, že i dvojitě vyváženou smyčku lze vhodnými technickými prostředky sabotovat, má-li útočník přístup ke kabeláži. Např. pokud by útočník dokázal změřit hodnotu napětí snímanou A/D převodníkem a tuto hodnotu simuloval tvrdým zdrojem napětí, ústředna by nic nepoznala. Možným vylepšením tedy je, opatřit každou smyčku elektronicky ovládaným spínačem (např. tranzistorem) a v pravidelných intervalech (řádově desítky *ms*) spínat napájení smyčky a zkoumat hodnotu děliče v době, kdy je smyčka odpojena od napájení. Pokud by v té chvíli ústředna vyhodnotila stav smyčky jinak, než rozpojeno, jednalo by se o sabotáž.

9 Odhad nákladů na vývoj a výrobu

Cílem této kapitoly je pokusit se sestavit odhad nákladů pro případnou výrobu včetně souvisejících nákladů na vývoj. Kalkulace bude sestavena za těchto podmínek:

- výroba samotné desky plošných spojů, bez dalších komponent (tj. bez mikroprocesorového modulu, klávesnice, displeje, GSM modulu, konstrukční krabičky)
- výroba v počtu 1000 ks + 5 % rezerv (určeno odhadem)
- výroba pouze z diskrétních součástek
- ½ výroby osazena součástkami jako hotový výrobek
- ½ výroby bude kompletována formou elektronické stavebnice
- v kalkulaci nejsou zahrnuty náklady na marketing, distribuci, skladování, odbyt a další nepřímo související náklady s výrobou
- ceny jsou vč. DPH

9.1 Odhad nákladů na vývoj

Odhad nákladů na vývoj není jednoduchý. Při výpočtu je potřeba zohlednit několik faktorů jako jsou náročnost projektu, zkušenosti vývojáře, termíny, dostupnost technologií, dohoda mezi vývojářem a zákazníkem apod. Proto odhad některých položek nákladů vychází ze zkušeností autora této práce. Následující tabulka se snaží rozčlenit důležité náklady do jednotlivých položek.

Tabulka 6: Odhad nákladů na vývoj

Odhad nákladů na vývoj	
<i>Položka</i>	<i>Cena</i>
Návrh obvodu	9 000 Kč
Návrh DPS	3 000 Kč
Součástky	390 Kč
Výroba DPS	350 Kč
Montáž	500 Kč
Testování HW	2 500 Kč
Návrh SW	5 000 Kč
Testování SW	2 000 Kč
Náklady na moduly	2 000 Kč
Tvorba dokumentace	5 000 Kč
Ostatní náklady	4 000 Kč
Celkem	33 740 Kč

9.2 Odhad nákladů na výrobu

Při odhadu nákladů na výrobu se vychází z ceníků aktuálních ke dni 18. 12. 2013. Pro kalkulaci cen součástek byl použit ceník společnosti GME [27], pro výrobu DPS byl použit ceník Pragoboard [28]. Pro ostatní položky související s výrobou, kde se nepodařilo najít konkrétní ceník, byly ceny stanoveny odhadem.

Typy součástek byly vybrány nejprve dle dostupnosti a následně nejnižší ceny. Celková cena součástek je pouze orientační. U některých položek (zejména dražších součástek) se nepodařilo najít cenu pro daný objem výroby a proto lze předpokládat, že by cena těchto součástek, při daném objemu výroby, mohla být ještě o něco nižší.

Cena výroby DPS je kalkulována pro jednovrstvou desku s těmito parametry: materiál typu FR4, tloušťka mědi 35 μm s maskou, HAL a potiskem. Náklady na osazení DPS byly odhadnuty na 250 Kč/ks.

Ostatní nebo nepopsané náklady byly odhadnuty.

Odhad nákladů na vývoj a výrobu

Tabulka 7: Odhad nákladů na výrobu

Odhad nákladů na výrobu	
<i>Položka</i>	<i>Cena</i>
Součástky	257 000 Kč
Roztřídění součástek	20 000 Kč
Výroba DPS	143 000 Kč
Osazení DPS	132 000 Kč
Kompletace stavebnice	25 000 Kč
Náklady na vývoj	34 000 Kč
Ostatní náklady	30 000 Kč
Celkem	641 000 Kč
Náklady na 1 ks	610 Kč

Výběr a cenová hladina jednotlivých položek u obou kalkulací mohou být předmětem diskuse. Tyto kalkulace se snaží v co největší míře reflektovat modelové zadání. Neznamená to však, že některé položky nemůžou být odstraněny, přidány či nahrazeny položkami jinými.

10 Závěr

Teoretickým cílem práce bylo provést rešerši poznatků k řešení elektronických zabezpečovacích systémů pro objekty typu rodinný dům. V této části autor práce zjistil, že na trhu není dostatečná nabídka aktuální literatury k danému tématu. Pokud ano, tak jde většinou o literaturu v některých oblastech zastaralou.

Jedinou možností, jak získat aktuální informace k problematice, je studium technických parametrů a specifikací zařízení, jež jsou dostupné na trhu. Trh se díky snazší dostupnosti nových technologií poměrně rychle zasycuje velkým množstvím výrobců, což je pro obor rozhodně dobré, neboť konkurenční boj rychle zvyšuje kvalitu zařízení a zároveň snižuje pořizovací náklady. Trendem v poslední době je návrh takových zařízení, které by zvládli nainstalovat i uživatelé – laici.

Praktickým cílem práce bylo navržení ústředny EZS, realizovat její zjednodušený model a otestování. Autor práce se přesvědčil, že navrhnout a vyvinout takové zařízení vyžaduje určitou dávku zkušeností.

Navrženo bylo zařízení, které v sobě integrovalo většinu funkcí typických pro moderní ústředny EZS. Během testování se narazilo na několik chyb, které se podařilo odstranit. Nicméně testy prokázaly základní funkčnost takového zařízení v praxi. Hlavní předností ústředny je návrh zapojení pro vývojový modul, který se snadno programuje v jazyce, podobný jazyku C a volně dostupným knihovnam. Lze tak, díky poměrně velké volné paměti mikroprocesoru, realizovat různé doplňkové softwareové funkce, jako například možnost lokálního nastavení hlídaných zón nebo možnost kaledndáře. Rozumným řešením do budoucna je vyvinout přídatný modul SD karty, na které by šlo ukládat reporty událostí, nebo číst konfigurační soubory pro nastavení GSM modulu a ústředny. Tím je položen základ pro případný další rozvoj ústředny, ať už z pohledu softwarového nebo hardwarového.

11 Použitá literatura

- [1] KŘEČEK, Stanislav a kol. *Příručka zabezpečovací techniky*. Vyd. 3. Blatná: [s.n.], 2006, 313 s. ISBN 80-902-9382-4.
- [2] ČSN EN 50136-1-5. *Poplachové systémy*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- [3] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/unmz>
- [4] Český normalizační institut [online]. 2013 [cit. 2013-05-31]. Dostupné z: <http://www.csni.cz/>
- [5] Vyvážené smyčky. *Jablotron* [online]. 2013 [cit. 2013-10-12]. Dostupné z: <http://www.jablotron.com/cz/pro-montazni-partnery/odborne-poradenstvi/vyvazene-smycky/>
- [6] JAROŠ, Miroslav. *Acces: Elektronické zabezpečení objektů* [online]. 2013 [cit. 2013-06-01]. Dostupné z: <http://www.acces.cz/acces/>
- [7] FLAJZAR, Tomáš. *GSM alarm: přenos poplachu na mobilní telefon : kompletní stavební návod GSM pageru včetně zdrojového programu*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 81 s. ISBN 80-730-0183-7.
- [8] *Arduino* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc/>
- [9] *Processing* [online]. 2013 [cit. 2013-10-01]. Dostupné z: <http://www.processing.org/>
- [10] *Wiring* [online]. 2013 [cit. 2013-10-01]. Dostupné z: <http://wiring.org.co/>
- [11] *Creative Commons* [online]. 2013 [cit. 2013-12-04]. Dostupné z: <http://www.creativecommons.cz/>
- [12] MARGOLIS, Michael. *Arduino cookbook*. 2nd ed. Sebastopol, Calif.: O'Reilly, c2012, 699 p. ISBN 14-493-1387-6.
- [13] BOXALL, John. *Arduino workshop: A Hands-On introduction with 65 projects*. San Francisco: No Starch Press, Inc., 2013, 370 pages. ISBN 15-932-7448-3.
- [14] Arduino - ArduinoBoardMega2560. *Arduino* [online]. 2013 [cit. 2013-10-18]. Dostupné z: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- [15] PGSM – GSM/GPRS modul pro vývoj. *Pandatron* [online]. 2011 [cit. 2013-10-12]. Dostupné z: http://pandatron.cz/?2919&pgsm_%96_gsm/gprs_modul_pro_vyvoj
- [16] Začínáme s PGSM: První zapnutí. *Pandatron* [online]. 2013 [cit. 2013-10-15]. Dostupné z: http://pandatron.cz/?3733&zaciname_s_pgsm:_prvni_zapnuti
- [17] *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)* [online]. 2008 [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://www.w3.org/TR/REC-xml/>
- [18] *Introducing JSON* [online]. 2013 [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://www.json.org/>
- [19] STRAŠIL, Ivo. Ústředna EZS s rozhraním LAN. *Praktická elektronika - Amatérské rádio*. Praha: Amaro, 2011, č. 4.
- [20] STRAŠIL, Ivo. Ústředna EZS s rozhraním LAN. *Praktická elektronika - Amatérské rádio*. Praha: Amaro, 2011, č. 5.

- [21] STRAŠIL, Ivo. Ústředna EZS s rozhraním LAN. *Praktická elektronika - Amatérské rádio*. Praha: Amaro, 2011, č. 6.
- [22] Základní informace o RS-485 a RS-422 pro každého. VOJÁČEK, Antonín. *Automatizace.hw.cz* [online]. 2007 [cit. 2013-11-01]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/zakladni-informace-o-rs-485-rs-422-pro-kazdeho>
- [23] MARAIS, Hein. RS-485/RS-422 Circuit Implementation Guide. *ANALOG DEVICES* [online]. 2008, s. 12 [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: http://www.analog.com/static/imported-files/application_notes/AN-960.pdf
- [24] UM10204: I2C-bus specification and user manual. *NPX* [online]. 2012 [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf
- [25] HD44780U. *HITACHI* [online]. 1998 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://lcd-linux.sourceforge.net/pdfdocs/hd44780.pdf>
- [26] JABLOTRON. *Katalogové listy součástek* [online]. 2013 [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: <http://www.jablotron.com/cz/>
- [27] PARADOX [online]. 2013 [cit. 2013-12-26]. Dostupné z: <http://www.paradox.com>
- [28] *GM electronic* [online]. 2013 [cit. 2013-12-18]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/>
- [29] *PragoBoard s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2013-12-18]. Dostupné z: <http://www.pragoboard.cz/>
- [30] Katalogové listy součástek

12 Přílohy

Příloha A – parametry použitého mikrokontroléru

Provozní napětí	5 V
Rozsah vstupního napětí	6-20 V
Počet digitálních I/O pinů	54 (15 poskytuje PWM výstup)
Počet analogových pinů	16
Max. proud I/O pinem	40 mA
Paměť Flash	256 kb (8 kb použito pro bootloader)
Paměť SRAM	8 kb
Paměť EEPROM	4 kb
Hodinový kmitočet	16 MHz

Příloha B – měření parametrů smyček

B.1 - simulace úbytku napětí na vedení

Cílem simulace bylo zjistit, jak bude ústředna reagovat na úbytky napětí na vedení. Na vstupní svorky, do série s dvojitě vyváženou smyčkou byly zapojovány dvojice rezistorů, simulující úbytek napětí na vedení. Jako vzor byl použit měděný vodič o průřezu $0,5 \text{ mm}^2$, různých délek viz. tabulka. Vypočtené hodnoty byly realizovány pevnými rezistory z odporové řady E12.

Tabulka vypočtených hodnot a zvolených hodnot

délka[m]	R[Ω] vypočtená	R[Ω] zvolená
10	0,712	1,2
20	1,424	1,2
30	2,136	2,2
50	3,56	3,3
100	7,12	6,8

Výpočet byl proveden dle vzorce:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (\Omega; \Omega * m^{-1}, m, m^2)$$

Kde ρ je měrná rezistivita (pro měď $0,0178 * 10^{-6} \Omega \cdot m^{-1}$), l je délka vodiče a S je průřez vodiče.

B.2 - měření tolerance vyhodnocovacích stavů

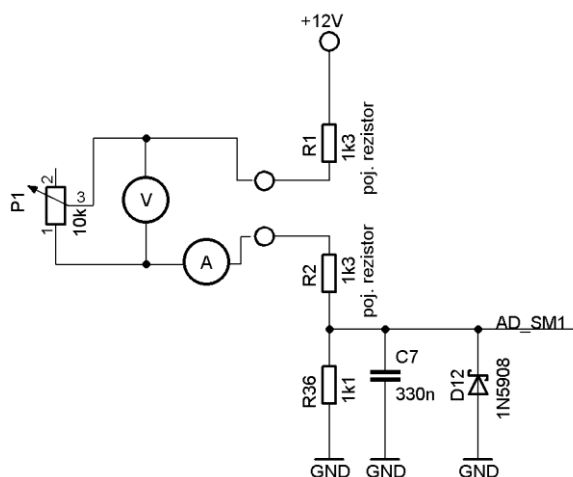
Cílem měření bylo zjistit, jaké mezní hodnoty odporů odpovídají pro jednotlivá vyhodnocení základních stavů dvojitě vyvážené smyčky.

Měření se realizovalo Ohmovou metodou, kdy byl na smyčkový vstup ústředny připojen potenciometr. Plynulou regulací byly odečítány hodnoty napětí a proudů před přechodem nového vyhodnocovacího stavu a po přechodu do nového vyhodnocovacího stavu. Změna stavu vyhodnocení zaznamenána pomocí displeje.

Použité přístroje

potenciometr 10k, 2x digitální multimetr M-830B

Schéma zapojení



Tabulka naměřených hodnot

U[V]	I[mA]	R[Ω]	Stav vyhodnoceni
0	3,36	0,00	zkrat
3,33	2,45	1359,18	zkrat
3,82	2,41	1585,06	klid
5,28	1,92	2750,00	klid
5,84	1,77	3299,44	alarm
7,35	1,36	5404,41	alarm
7,45	1,33	5601,50	tamper

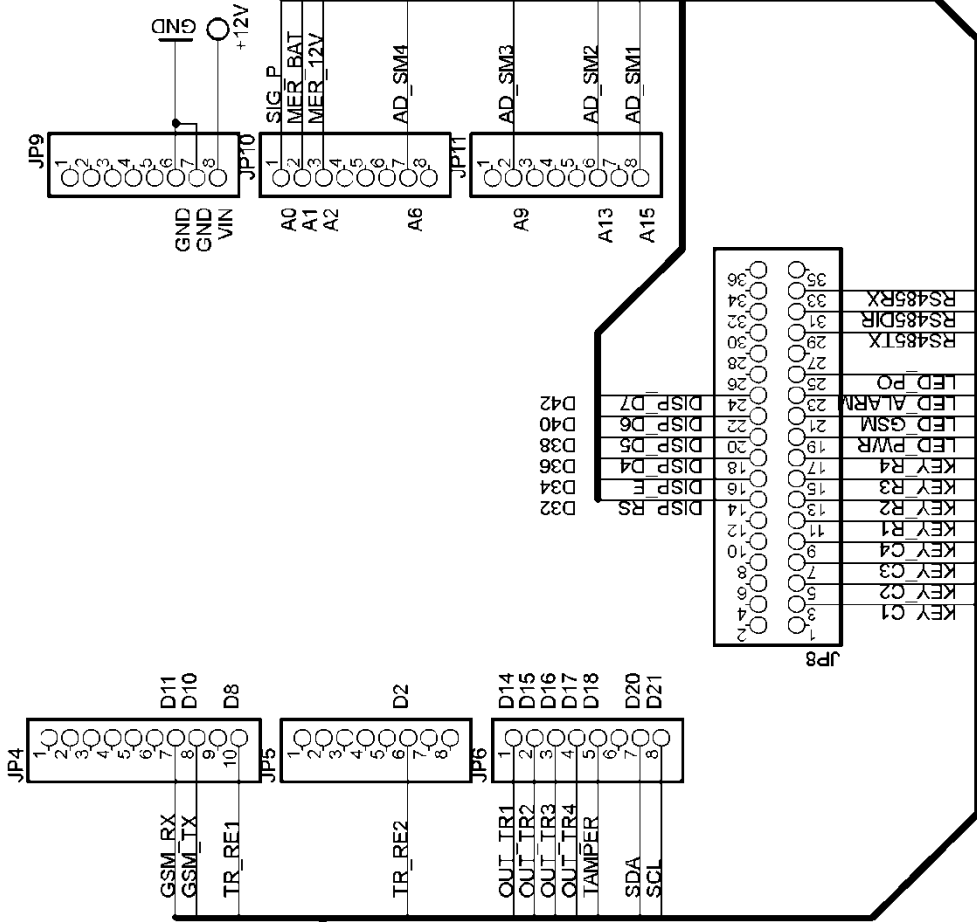
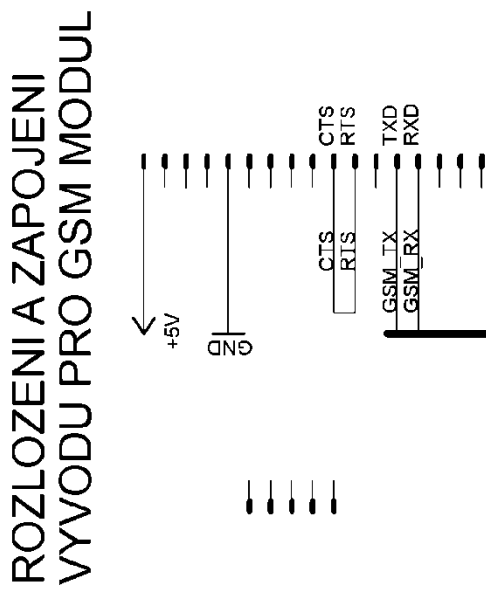
Hodnoty odporu dopočítány pomocí Ohmova zákona. Naměřené hodnoty byly odečteny při napájení ústředny stabilizovaným zdrojem napětí o hodnotě 12,23 V.

Příloha C – rozpis součástek

součástka	hodnota	typ	množství
C1, C2, C3, C4, C5	330 nF/35V		5
C6	100 nF/63V		1
D1,D2		1N4148	2
D3		1,5KE18A	1
D4, D5, D6, D9		1N5908	4
D7, D8		SRV05-4 (pouzdro SOT23-6)	1
D10, D11		BZW06-10B12V	2
F1		FSF04	1
F2, F3		FSF01.25	2
F4		FSF00.315	1
IC1		L78S05	1
IC2		ST485BN	1
JP1, JP2		Oboustranný kolík 1x2	2
JP3, JP4		Oboustranný kolík 1x10	2
JP5, JP6, JP7, JP9, JP10, JP11		Oboustranný kolík 1x8	6
JP8		Oboustranný kolík 2x18	1
J1		XINYA PSH02-04PG	1
K1, K2		RELRAS1215	2
LED1, LED2		Zelená led, 2 mA, 5 mm	2
LED3		Červená led, 2 mA, 5 mm	1
LED4		Žlutá led, 2 mA, 5 mm	1
Q1, Q2		BS 170	2
R1, R6, R11	47k/ 0,25W		3
R2, R7, R12, R23, R26, R27, R30, R31	10k/ 0,25W		8
R3, R4, R8, R9, R13, R14, R19, R20	1K3 FUS/ 0,5W		8
R5, R10, R15, R21	1K1/ 0,25W		4
R16, R17, R18, R22	1K8/ 0,25W		4
R24, R25, R32	4k7/ 0,25W		3
R28, R29	2R2 FUS/ 0,5W		2
R33	120R/ 0,25W		1
Svorkovnice		ARK300V-2P	4
Svorkovnice		ARK300V-3P	7
Dutinková lišta		XINYA BL805G	1
Dutinková lišta		XINYA BL820G 8,5mm	1

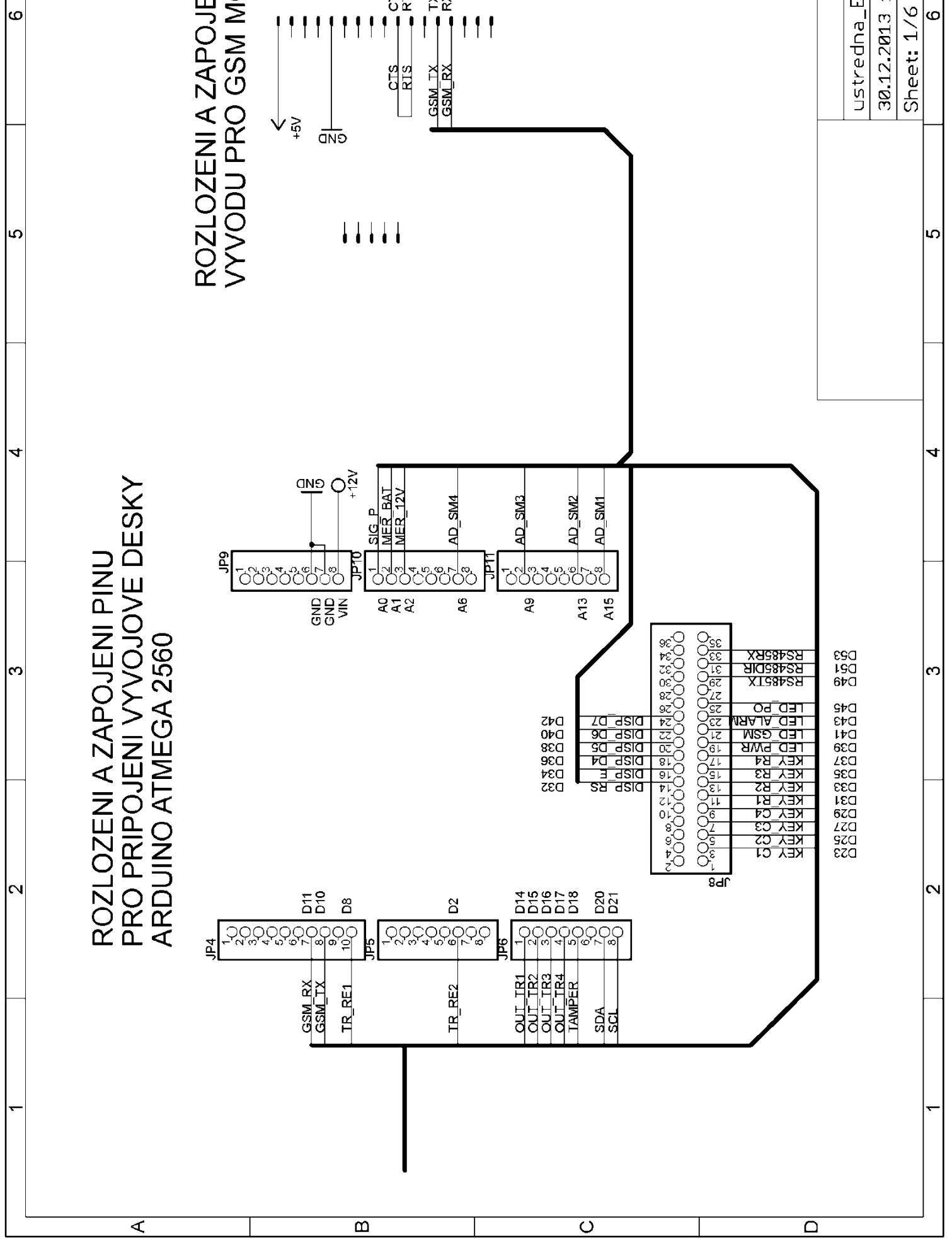
Příloha D – výkresová dokumentace

ROZLOZENI A ZAPOJENI PINU PRO PRIPOJENI VYVOJOVE DESKY ARDUINO ATMEGA 2560

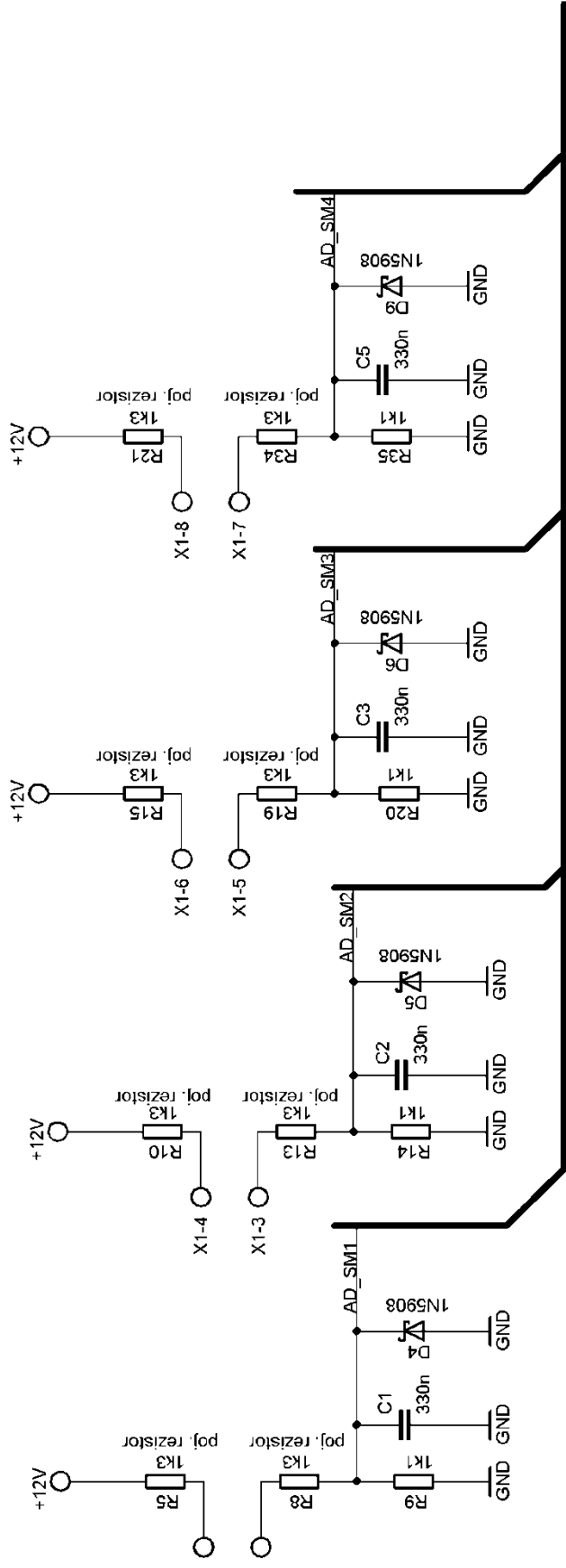


- D23
- D25
- D26
- D27
- D29
- D31
- D33
- D35
- D37
- D39
- D41
- D43
- D45
- D49
- D51
- D53

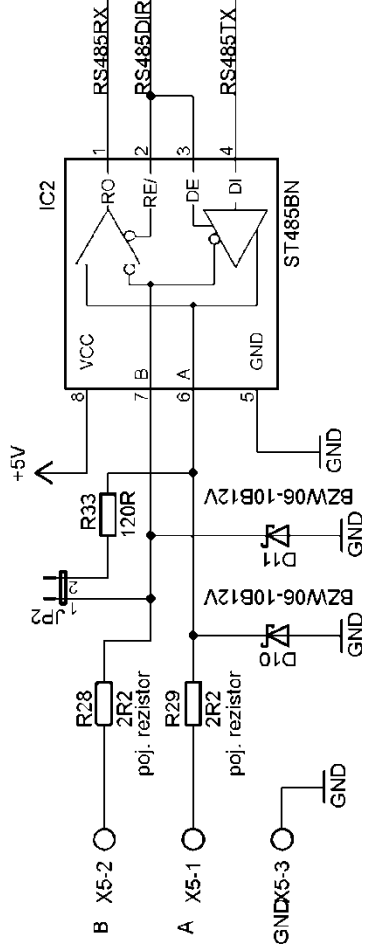
ustredna_EZS
30.12.2013 11:51:21
Sheet: 1/6



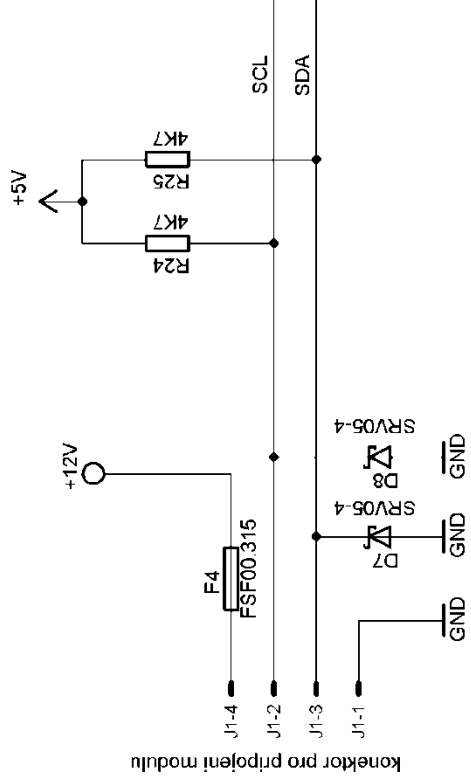
ZAPOJENI DRATOVYCH SMYCEK

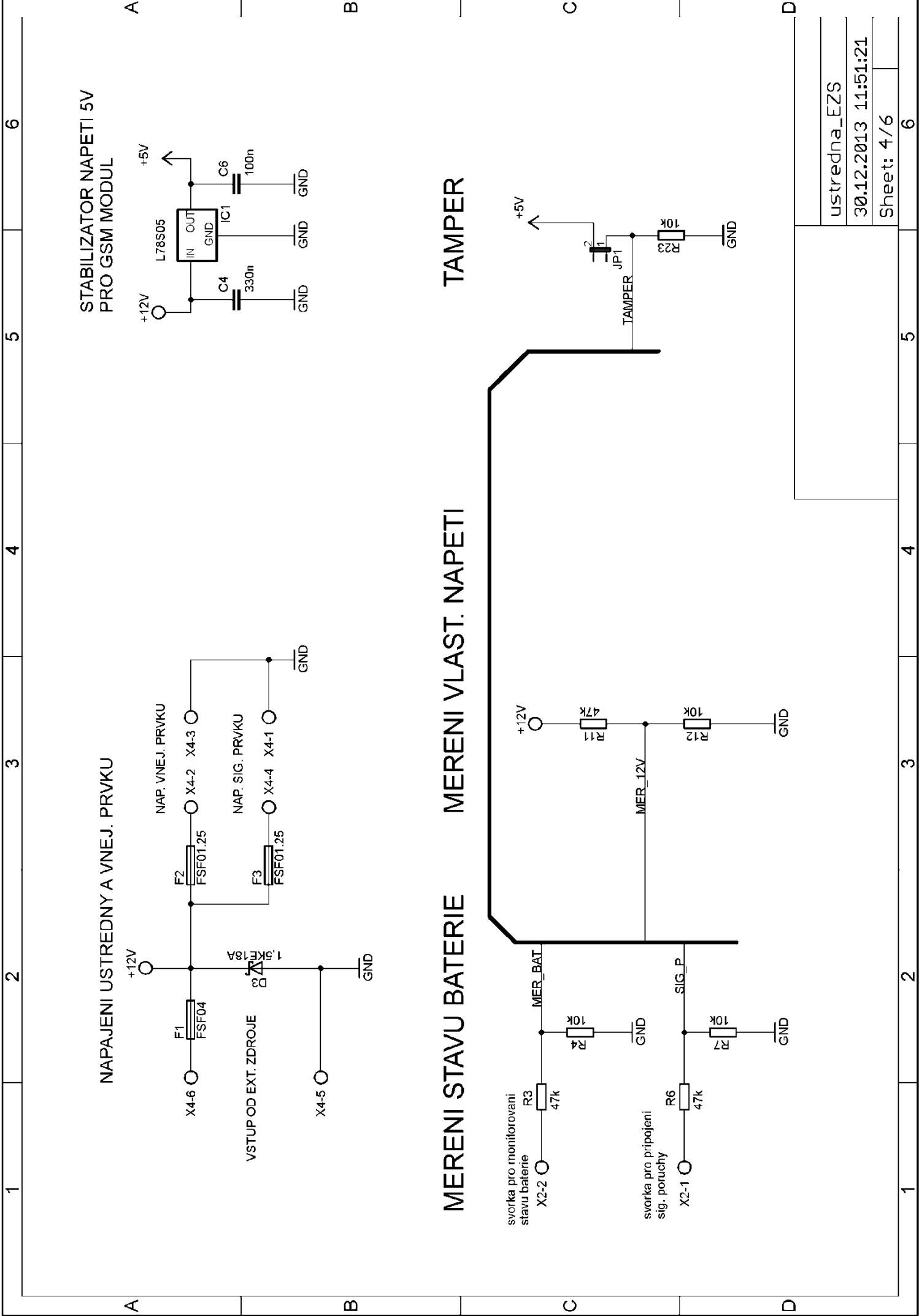


BLOK ROZHRANI RS-485



ROZHRANI PRID. MODULU I2C





TAMPER

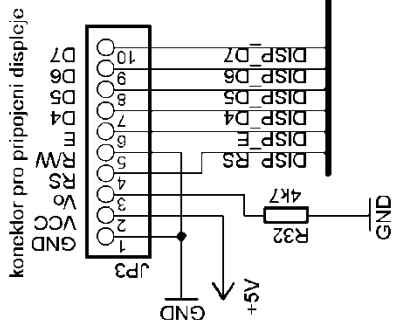
MERENI VLAST. NAPETI

MERENI STAVU BATERIE

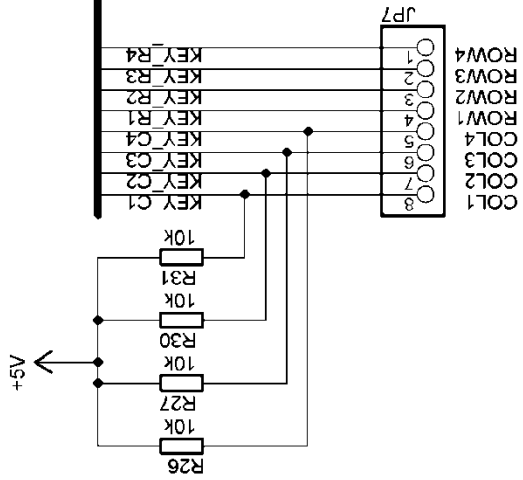
STABILIZATOR NAPETI 5V
PRO GSM MODUL

NAPAJENI USTREDNY A VNEJ. PRVKU

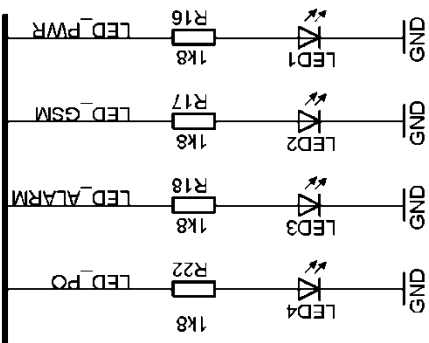
**ROZHRANI PRO PRIPOJENI DISPLEJE
S RADICEM HD44780**



**ROZHRANI PRO PRIPOJENI
KLAVESNICE 4X4 TLAC.**



SIGNALIZACNI DIODY



konektor pro pripojeni klavesnice

1

2

3

4

5

6

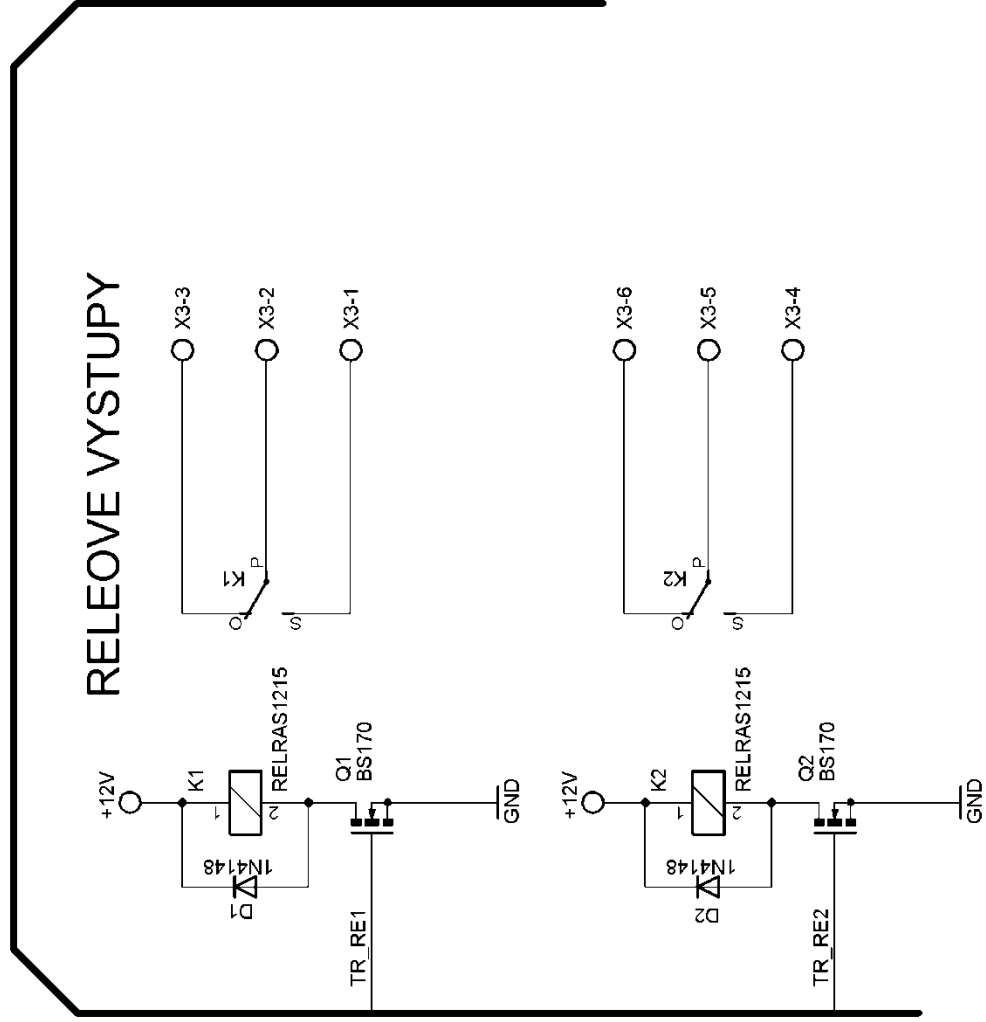
A

B

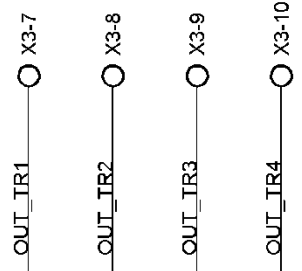
C

D

RELEOVE VYSTUPY



TRANZISTOROVE VYSTUPY



ustredna_EZS	
2.1.2014 1:11:01	
Sheet: 6/6	6

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

