

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola dopravní, Praha 1, Masná 18

Masná 18, 110 00 Praha 1

OBOR VZDĚLÁNÍ

26-41-M/01 Elektrotechnika

ZAMĚŘENÍ

Výpočetní a komunikační technika

MATURITNÍ PRÁCE

Panel analogového zabezpečení automobilu proti odcizení

Shrnutí

Práce se zaměřuje na technické vlastnosti systémů EZA. Cílem práce bylo praktické vyrobení panelu funkčního modelu elektronického systému zabezpečení automobilu, s možností předvádění jeho funkce a vlastností. V teoretické části je uveden popis druhů EZA, jejich rozdělení, popis funkcí jejich částí a možností které mohou uživateli automobilu poskytnout. Dále je popsána funkce vybraných snímačů používaných v EZA, GSM komunikátorů a GPS jednotek a základních sběrnic používaných v automobilní technice.

V praktické části jsem pak provedl instalaci, měření a uvedení do provozu zakoupeného analogového systému EZA na dřevěný panel. Tím byl vytvořen plně funkční model EZA s úplnou funkcí všech instalovaných částí, včetně doplnění signalizace směrových světel, která nebyla součástí zakoupeného alarmu. Na funkčním panelu jsem provedl měření změn napětí a proudu na signálním vedení mezi ultrazvukovým čidlem a ústřednou systému. Měření bylo provedeno pomocí osciloskopu.

Obsah

Úvod

1	Elektronické zabezpečení automobilu (EZA).....	7
1.1	Popis funkce	7
1.2	Rozdělení podle účelu ochrany	8
1.2.1	Jednocestné autoalarmy:	8
1.2.2	Dvoucestné autoalarmy:	8
2	Druhy elektronického zabezpečení vozidla.....	8
	Aktivní zabezpečení.....	8
2.1.1	Pasivní zabezpečení.....	9
2.2	Aktivní EZA.....	9
2.2.1	Autonomní EZA.....	9
2.2.2	EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí.....	9
2.2.3	EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO	9
2.2.4	EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO s 24 hodinovým střežením.....	10
2.3	Pasivní EZA	10
2.3.1	Skrytý vypínač.....	10
2.3.2	Imobilizér.....	10
2.4	Části EZA.....	11
2.4.1	Ústředna.....	11
2.4.2	Integrovaný imobilizér.....	12
2.4.3	Záložní napájení.....	12
2.4.4	Modul optické signalizace	12
2.4.5	akustická signalizace (Siréna)	13
2.4.6	Bezdrátový ovladač	13
2.4.7	GSM jednotka	14
2.4.8	GPS jednotka	14
2.5	Detektory, princip a funkce	14
2.5.1	Detektor tříštění skla	14
2.5.2	Kapotový a dveřní spínač	15
2.5.3	PIR detektor.....	15
2.5.4	Ultrazvukový pohybový snímač.....	15

2.5.5	Mikrovlňný pohybový snímač	16
2.5.6	Náklonový (polohový) snímač	17
2.5.7	Otřesový snímač.....	18
2.5.8	Snímač poklesu elektrického napětí, nebo proudu.....	18
3	Rozdělení elektronických zabezpečovacích systémů z hlediska přenosu signálů.....	18
3.1	Typy ústředn.....	18
3.1.1	Ústředny smyčkové	19
3.1.2	Ústředny sběrnicové (s přímou adresací čidel)	20
3.1.3	Bezdrátové ústředny	20
3.2	Sběrnice CANbus, FlexRay, LIN.....	21
4	Systémy GPS a GSM v autoalarmech	23
5	Popis realizace praktického modelu a zprovoznění	27
5.1	Technické parametry jednotlivých prvků	29
5.2	Vlastnosti systému	29
5.3	Protokol z Praktického měření mezi ústřednou a vybraným čidlem	30
	Závěr	

Seznam obrázků

Obrázek 1 Blokové schéma ústředny	7
Obrázek 2 Imobilizační relé	10
Obrázek 3 ústředna EZA	11
Obrázek 4 Siréna	13
Obrázek 5 Kapotový spínač	15
Obrázek 6 Ultrazvukový snímač	16
Obrázek 7 Mikrovlňný snímač	17
Obrázek 8 Otřesový snímač	18
Obrázek 9 Svorkovnice detektoru při jednoduchém vyvážení	19
Obrázek 10 Svorkovnice detektoru při dvojitým vyvážení	20
Obrázek 11 Sběrnice CANBUS	21
Obrázek 12 Blokové schéma sběrnice CANBUS	22
Obrázek 13 Topologie sběrnice BUS	23
Obrázek 14 Topologie sběrnice HVĚZDA	23
Obrázek 15 Externí GSM jednotka pro jednocestné EZA	24
Obrázek 16 Externí GSM jednotka pro dvoucestné EZA	25
Obrázek 17 Kmitočtová pásma pro GSM v ČR	25
Obrázek 18 Externí GPS jednotka	26
Obrázek 19 Kmitočtová pásma satelitních sítí	27
Obrázek 20 Zapojení EZA na panelu	28
Obrázek 21 Schéma měření napěťových změn	31
Obrázek 22 Schéma měření proudových změn	31
Obrázek 23 Měření napěťových změn - zastřeženo, klidový stav	32
Obrázek 24 Měření napěťových změn - zastřeženo, poplach	33
Obrázek 25 Měření proudových změn - zastřeženo, klidový stav	34
Obrázek 26 Měření proudových změn - zastřeženo, poplach	34

Úvod

Toto téma jsem zvolil, protože mi přišlo zajímavé a řekl jsem si, že by mě mohlo bavit. Díky mému rodinnému kruhu, ve kterém se pár lidí v dané problematice pohybuje, jsem tak mohl nahlédnout do tohoto světa o trochu více, a také jsem mohl nasbírat více informací a zkušeností.

Náplní mé maturitní práce je teoreticky popsat elektronické zabezpečení automobilů a vytvořit praktický model autoalarmu, kde bude zprovozněna menší část všech popisovaných věcí z obsahu této práce. Teoretickou částí se budu zabývat podrobněji, ale především budu klást důraz na základní vysvětlení všech věcí, co se týče elektronického zabezpečování automobilů. V praktické části potom konstrukcí a názornou ukázkou popisovaných a namontovaných prvků.

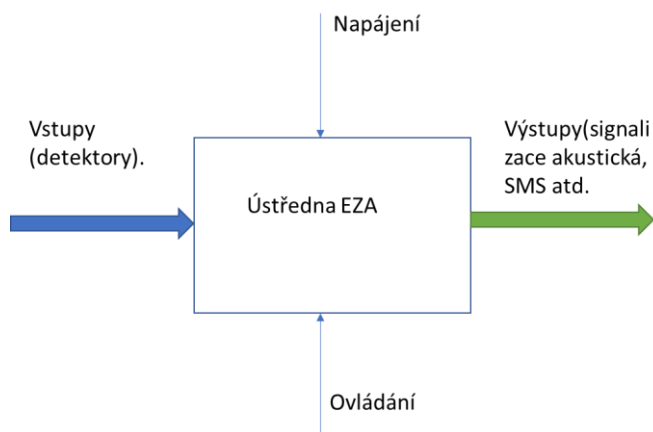
Hlavním cílem práce je obeznámit daného čtenáře se vším, co je spojováno s EZA. Budu zde vycházet z mých poznatků ze školy, následně ze získaných zkušeností z praktického hlediska, a nakonec budu vycházet z doplňkových informací, získaných z internetu. Po přečtení mé maturitní práce by měl daný člověk být schopný vyznat se v technických základech zabezpečení automobilů a vybrat si autoalarm vhodný pro jeho potřebu zabezpečení vozidla.

Systémy elektronického zabezpečení automobilů (EZA) jsou elektronická zařízení, která slouží k ochraně majetku a osob. Chrání automobil proti jeho poškození a odcizení, nebo odcizení věcí z automobilu. To je základní cíl jejich použití. Pro soukromého majitele vozidla přináší jeho odcizení značnou finanční ztrátu. Pro podnikatele může odcizení vozidla (někdy i včetně jeho nákladu) znamenat i krach jeho podnikání.

1 Elektronické zabezpečení automobilu (EZA)

1.1 Popis funkce

Elektronické zabezpečení automobilu, zkráceně autoalarm, obsahuje obecně tyto prvky:



Obrázek 1 Blokové schéma ústředny

- ústřednu
- vstupy-detektory
- výstupy (signalizační a přenosová zařízení)

Součástí výstupu může být immobilizér a součástí ovládání může být i tajný vypínač. V dnešní době je to tak běžná věc, že některé automobily při opuštění výrobní linky už obsahují jakýsi základní typ elektronického zabezpečení. Toto zabezpečení, na rozdíl od mechanického, je skrytě instalováno v karoserii či motorovém prostoru a vyžaduje ke své činnosti nepřetržitý zdroj napájení, které je buď v podobě akumulátoru vozu, nebo záložního akumulátoru v případě, že by pachatel odpojil akumulátor vozidla.

Autoalarm jako celek se skládá z aktivně vyhodnocujících čidel a slouží jako pomyslné „informační zařízení“ pro majitele vozidla, aby byl informován o možném pokusu vniknutí a krádeži vozidla, nebo úmyslné poškození. V dnešní době už je celkem běžné propojení s mobilním telefonem, automatické volání IZS přes systém GSM a zjišťování polohy vozidla využitím služeb GPS.

EZA funguje následovně. Po opuštění vozidla se EZA uvede pomocí ovládání (většinou dálkové, tj. rádiové) do stavu zastřežení. V případě narušení vozidla dojde k tomu, že některý z detektorů vyšle alarmový signál do ústředny. Ústředna zaktivuje výstupy, které vydávají zprávu o narušení-siréna, GSM jednotka (SMS) apod.

1.2 Rozdělení podle účelu ochrany

Systémy EZA jsou využívány mnoha způsoby podle potřeby a účelu zabezpečení.

Ochrana vozidel se většinou používá proti:

- Vniknutí do vozu za účelem krádeže věcí nebo odcizení vozidla
- Teroristickému útoku na osoby ve vozidle
- Sledování polohy vozu a odposlechu prostoru vozu

1.2.1 Jednocestné autoalarmy:

Jednocestné autoalarmy se řadí k základnímu zabezpečení vozidel. Jedná se o jednosměrnou komunikaci, kdy při zastřežení vozidla autoalarm nevykazuje žádnou následnou komunikaci a ani jej nelze z venku vozidla modifikovat, tj. například „bypassovat“ některé z čidel, vypnout sirénu, atd.

1.2.2 Dvoucestné autoalarmy:

Dvoucestné autoalarmy jsou pokročilejší úrovní zabezpečení vozidel. Komunikace je zde obousměrná, to znamená při zastřežení vozidla stále probíhá komunikace, například s pagerem. V oboru telekomunikačních sítí můžeme říct, že se jedná o tzv. „Duplex“.

2 Druhy elektronického zabezpečení vozidla

- Aktivní
- Pasivní

2.1.1 Aktivní zabezpečení

druhy elektronického zabezpečení vozidla jsou ty druhy, které neustále vyhodnocují stav střežení vozu. Jedná se buď o autoalarmy jako celky, či jednotlivé snímače (čidla). Ke své činnosti proto potřebují být neustále připojeny na napájení, jinak by v případě snímače ústředna vyhláškala nepřetržitě poplach a v případě autoalarmu jako celku, by bylo vozidlo zcela nestřežené.

2.1.2 Pasivní zabezpečení

druhy elektronického zabezpečení vozidla jsou, dalo by se říct opakem aktivních druhů zabezpečení. Převážně mají zastoupení v této skupině zařízení se dvěma stavy „vypnuto-zapnuto“. Pověštinou to jsou různé přepínače nebo reléové spínače, v mém případě se bude jednat o skrytý vypínač a imobilizační relé.

2.2 Aktivní EZA

Rozdělení:

- Autonomní EZA
- EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí
- EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO
- EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO s 24 hodinovým střežením

2.2.1 Autonomní EZA

Autonomní EZA je základní, nejjednodušší typ autoalarmu, který známe. Jestliže se pokusí pachatel odcizit, či jenom poškodit střežené vozidlo, ústředna EZA vyhlásí poplach v podobě blikání světel a houkání sirény. Běžnou praktikou u tohoto druhu autoalarmu je místo sirény použít napojení na klakson vozidla. Setkat se můžeme ale i s autoalarmem, který pro akustickou signalizaci využívá obě výše zmíněné možnosti, tedy klakson i sirénu zároveň, na pachatele to působí jako zastrašovací mechanismus.

2.2.2 EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí

Oproti autonomním autoalarmům jsou vybaveny také GSM modulem pro předávání textových a hlasových zpráv uživateli (na mobilní telefon). Pokud jde o dvoucestný nainstalovaný alarm, umožňují toutéž cestou ovládat ústřednu v automobilu (vypínat čidla, bypassovat čidla atd.).

2.2.3 EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO

posílá zprávu o stavu vozidla buď pomocí GSM sítě, nebo pomocí speciální radiové sítě pracující na jiných kmitočtech než GSM. Vzhledem k tomuto přenosu je systém při vyhlášení poplachu napojen i na vyhledávací systém odcizených vozidel a na systém IZS.

2.2.4 EZA s předáváním poplachových zpráv pomocí radiových sítí na PCO s 24 hodinovým střežením.

Stejný princip jako u předchozího druhu, rozšířený o 24hodinové střežení vozidla danou zabezpečovací firmou, jejímž autoalarmem je vozidlo vybaveno.

2.3 Pasivní EZA

Mezi pasivní EZA můžeme zařadit:

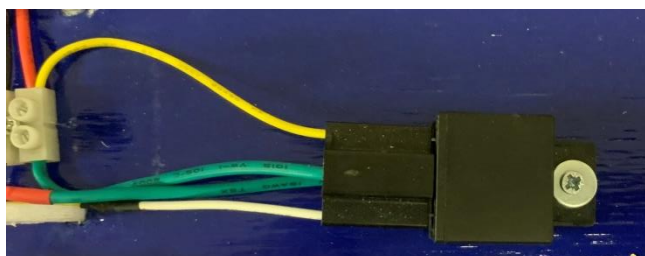
- Skrytý vypínač
- Imobilizér

2.3.1 Skrytý vypínač

V dnešní době to není již tolik aktuální, tento druh částečného zabezpečení se prováděl a montoval dříve, kolem 90. Let. Skrytým vypínačem se odpojovala část zapalování, tudíž vozidlo nešlo nastartovat. Účel skrytého vypínače dnes nahrazuje imobilizér, tudíž jeho funkce spočívala, aby při nedovoleném vniknutí do prostoru vozu bylo znemožněno startování.

2.3.2 Imobilizér

Imobilizační relé neboli imobilizér, znemožňuje nastartovat motor vozidla vícero způsoby. Může se montovat jak na startér, tak na vstřikovače, dokonce i na palivové čerpadlo. Princip spočívá ve vyhodnocování plovoucího kódu z čipu, který je umístěn v dálkové ovladači vozidla. Pokud máme imobilizér např. na startéru, pak snímací jednotka na spínací skříňce vyhodnocuje správnost plovoucího kódu z čipu klíče, tím pádem imobilizér v podstatě povolí, nebo zakáže start motoru.



Obrázek 2 Imobilizační relé

Okruhů, kde lze namontovat imobilizér, může být odpojeno více, např. u některých aut se motor po otočení klíčku ani nepohne, tudíž můžeme usoudit, že je odpojeno jak palivové čerpadlo, tak

samotný startér motoru. Předejde se tím tzv. „bypassu“ spínací skříňky, to znamená, kdyby pachatel vytrhl spínací skříňku a pokoušel se nastartovat auto přes „dráty“.

2.4 Části EZA

- Ústředna (řídící jednotka alarmu)
- Integrovaný imobilizér
- Záložní napájení
- Modul optické signalizace
- Akustická signalizace
- Bezdrátový ovladač
- GSM jednotka
- GPS jednotka

2.4.1 Ústředna

Ústředna v celkovém systému EZA zastupuje roli vyhodnocovacího počítače, na který je napojen celý zabezpečovací okruh, aby následně mohl vyhodnotit patřičné stavy. Postupem času a zdokonalování zabezpečovacích služeb se již v dnešní době vyskytuje na trhu několik variant, členěných podle přenosu signálu, každá varianta má své praktické využití a používá se vždy pro co nejlepší zabezpečení vzhledem k danému typu a druhu zabezpečení. V našem případě Při zabezpečení automobilu jsou nejpoužívanější ústředny smyčkové, sběrnicové a bezdrátové, detailním popisem principu vyhodnocování se budeme zabývat v některé z následujících kapitol.



Obrázek 3 ústředna EZA

2.4.2 Integrovaný imobilizér

Kvalitnější autoalarmy mají už integrovaný imobilizér, tímto se myslí, že zakoupená souprava lepšího autoalarmu jej již obsahuje, stačí ho jen zapojit do cesty mezi spínací skříňku a startér. Pro rychlou rekapitulaci, imobilizér je zařízení znemožňující neoprávněný start vozidla, montuje se tak, aby v případě krádeže byl odpojen startér, palivové čerpadlo, nebo vstřikovače.

2.4.3 Záložní napájení

Jedná se o další, tedy druhý napájecí zdroj-druhý akumulátor. Ten zajišťuje to, že po odpojení EZA od primárního zdroje pachatelem (autobaterie automobilu) je systém ETA napájen z tohoto záložního zdroje. Řídící jednotka ETA musí být k použití záložního napájení vybavena, tj. musí obsahovat příslušné obvody pro připojení a dobíjení takového záložního akumulátoru.

2.4.4 Modul optické signalizace

Modul optické signalizace je jakousi první snahou o vyplašení pachatele blikáním směrových (výstražných) světel vozidla. Tento modul buď pouze spíná integrované blikání výstražných světel automobilu, nebo má svoje vlastní relé, které slouží jako cyklický spínač patřičných světel.

2.4.5 Akustická signalizace (Siréna)

Akustická signalizace autoalarmu slouží jednak jako další psychický nátlak na pachatele společně s blikáním varovných světel, ale také jako upozornění majitele vozidla, kolemjdoucích, případně příslušníků policie ČR když se nacházejí poblíž, že něco není v pořádku a někdo se nejspíš chystá odcizit dané vozidlo. V současnosti velmi záleží, jaký autoalarm je zvolen pro zabezpečení daného vozidla, protože řada autoalarmů na trhu je již dělána tak, že se místo sirény používá přímo akustická signalizace automobilu.



Obrázek 4 Siréna

2.4.6 Bezdrátový ovladač

Bezdrátový ovladač je radiové zařízení pro ovládání EZA na kratší vzdálenost, většinou do několika metrů až desítek metrů. Slouží v nejjednodušším případě pro aktivaci (zastřežení), nebo deaktivaci (odstřežení) EZA. Jedná se o malý vysílač zabudovaný většinou v přívěsku na klíče. Vysílá v pásmu 433 nebo 868MHz. Vyslaný signál je namodulován pomocí digitální modulace tak, že přenáší jedinečný kód, který je s ním spárován. Přijímač bývá v převažující většině moderních EZA součástí řídicí jednotky. Kód může být **pevný** (tj. stále ten samý), nebo **plovoucí**. Přičemž pevných kódů může být několik, které se cyklicky opakují. **Plovoucí** kód představuje vyšší úroveň zabezpečení radiového přenosu proti jeho zachycení, rozpoznání a zneužití. Po každém stisknutí tlačítka na dálkovém ovladači je změněn plovoucí (neustále se měnící) kód, který následně přijme řídicí jednotka EZA, kterážto je nastavená tak, aby přijala vždy stejný kód dvakrát po sobě. Z praktického hlediska se bezdrátové ovladače s pevnými kódy již téměř nepoužívají.

2.4.7 GSM jednotka

Využití GSM jednotky spočívá v předávání poplachové události majiteli vozidla. U komfortnější EZA se užívá jako komunikační rozhraní i v opačném směru, tj. k ovládání EZA na dálku. Podrobněji je popsána dále v textu.

2.4.8 GPS jednotka

Slouží k určení polohy EZA (vozidla), ať už pro zabezpečovací, nebo vlastní účely. Podrobněji popsána níže.

2.5 Detektory, princip a funkce

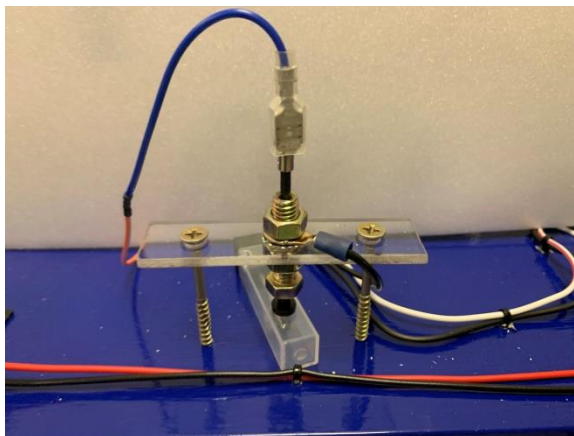
- Detektor tříštění skla
- Kapotový a dveřní spínač
- PIR detektor
- Ultrazvukový pohybový snímač
- Mikrovlnný pohybový snímač
- Náklonový (polohový) snímač
- Otřesový snímač
- Snímač poklesu elektrického napětí, nebo proudu

2.5.1 Detektor tříštění skla

Úlohou detektoru je zaznamenat rozbití skla u automobilu. Jeho složení obsahuje mikrofon, který zaznamenává zvuky a frekvence zvuků z okolí a vyhodnocovací mikroprocesor. Mikrofon vyhodnocuje vlnové frekvence v okolí a následně posílá zaznamenaná data do mikroprocesoru, který porovnává dané vlnové frekvence s frekvencemi tříštění skla. Také snímá intenzitu okolních zvuků, aby se minimalizovaly falešné poplachy.

2.5.2 Kapotový a dveřní spínač

Jde o pouhý spínací kontakt, který má za úkol hlídat násilné otevření dveří, či kapoty vozidla. V drtivé většině se jedná o kontakt spínaný zemí (mínusovým vodičem), který rozeznává pouze dva stavy – vypnuto/zapnuto.



Obrázek 5 Kapotový spínač

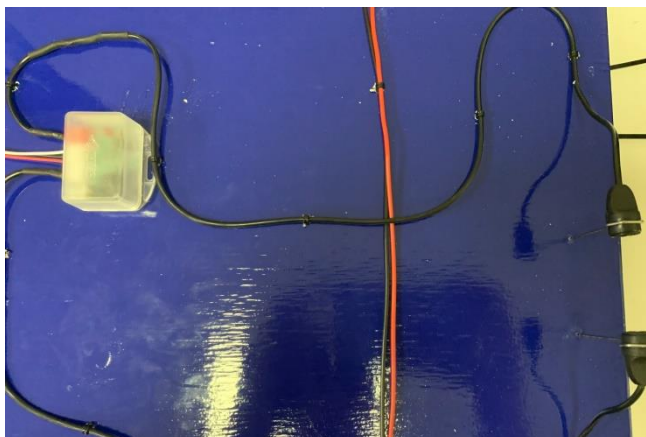
2.5.3 PIR detektor

Jsou založeny na principu zachycení změn ve vyzařování tepelného záření, což je záření v infračervené oblasti elektromagnetického spektra. Různě teplá tělesa vyzařují na různých frekvencích (různých vlnových délkách). Toto záření vyzařují všechna tělesa, od -273 °C do 560 °C . Sem patří i lidské tělo při normální teplotě těla $36,5\text{ °C}$. Základem PIR detektoru je snímací prvek vyrobený z materiálu, který vykazuje pyroelektrický jev. Při změně teploty se na povrchu tohoto prvku, při dopadu tepelného záření, objeví místa s různě velkým nahromaděným elektrickým nábojem. To se projeví tím, že na výstupních svorkách pyroelektrického prvku se objeví elektrické napětí. Pohybuje-li se těleso, jehož teplota je odlišná od teploty okolí v zorném poli čidla, zachycuje snímací prvek tyto změny. Účinek detekce se v čidle dále upravuje a zesiluje pomocí různých úprav konstrukce čidla. Konstrukčními úpravami se vytváří aktivními a neaktivními zóny prostoru, které čidlo snímá. K tomu se používají soustavy Fresnelových čoček, nebo soustavy křivých zrcadel. Z aktivních zón je záření směřováno na senzor, z neaktivních zón tomu tak není.

2.5.4 Ultrazvukový pohybový snímač

Ultrazvukové detektory pohybu se skládají z ultrazvukového vysílače a přijímače pracujících na stejné frekvenci. Vysílač vysílá zvukové vlny na frekvenci vyšší jak 20kHz a odražená vlna je

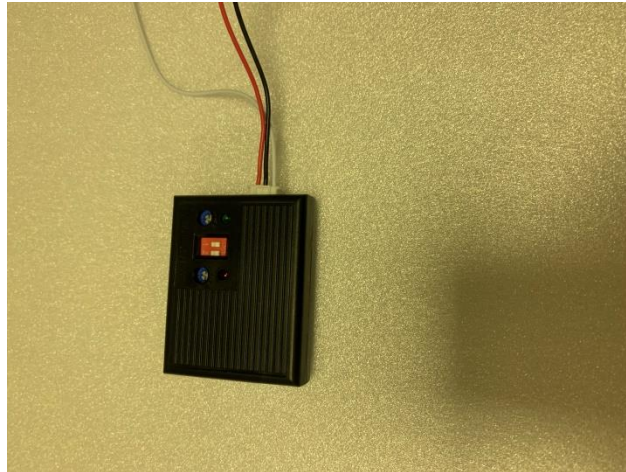
přijímána přijímačem. Z rozdílu doby mezi časem vyslání a přijetím vlny a ze známé rychlosti šíření zvukové vlny v prostoru je vypočtena vzdálenost tělesa, které způsobilo odraz vlny (rychlost šíření ultrazvukových vln ve vzduchu je cca 350 m/s). Pokud je v dosahu detektoru detekována změna vzdálenosti, je spuštěn poplach. Výhodou je, že tento druh alarmu je velice rychlý a spolehlivý.



Obrázek 6 Ultrazvukový snímač

2.5.5 Mikrovlnný pohybový snímač

Mikrovlnné detektory pracují v pásmech jednotek nebo desítek GHz. V principu se jedná o vysílač na kmitočtu 2,4 GHz, 5,8 GHz, 10,52GHz, nebo 24 GHz. Detektor vysílá vysokofrekvenční elektromagnetické vlny a přijímá jejich odezvu. Využívá se efektu způsobeného Dopplerovým jevem. Je-li zdroj vlnění i pozorovatel v klidu, pak pozorovatel detekuje vlnění o stejné frekvenci, jaké vysílá zdroj. Ovšem pohybuje-li se zdroj případně pozorovatel, má vlnění detekované pozorovatelem jinou frekvenci, než tu, kterou vysílá zdroj. Pokud dojde ke změně odezvy je vyhlášen poplach. Kromě spuštění poplachu lze pomocí tohoto čidla také určit rychlost postupu pachatele, což můžeme zahrnout k vyhodnocování planých poplachů. Jednou z vlastností mikrovlnných detektorů je, že mikrovlny pronikají například sklem, tenkými stěnami a podobně, čímž může dojít při nevhodné montáži k vyhlášení poplachu způsobeného pohybem mimo střežený prostor. Při zabezpečení automobilů nám ale tato vlastnost umožňuje detekovat i přiblížení se pachatele k vozu.



Obrázek 7 Mikrovlnný snímač

2.5.6 Náklonový (polohový) snímač

Uplatnění tohoto čidla je především proti odcizení kola, nebo nedovolenému odtažení vozidla. Detektor si zapamatuje stávající polohu při zastřežení a na základě toho vyhodnocuje případné změny tohoto náklonu. Při velkém náklonu např. zvednutí podvozku auta zvedákem detektor automaticky spustí alarm. Další případ, jak toto čidlo může reagovat na změnu náklonu je kontaktování bezpečnostních služeb pomocí GSM modulu v EZA.

2.5.7 Otřesový snímač

Otřesový snímač hlídá náraz do vozidla a také vibrace způsobené např. vyvrtáváním zámku apod. Funguje na principu snímání vlnění v materiálu, odkud rozhodne, zda se jedná o krádež, či nikoliv.



Obrázek 8 Otřesový snímač

2.5.8 Snímač poklesu elektrického napětí, nebo proudu

Využití pro tento prvek najdeme při pokusu o odpojení akumulátoru vozidla zlodějem. Sleduje a reaguje na skokové změny. Ve své podstatě funguje jako proudový chránič, kdy porovnává napětí, nebo proudy probíhající v zastřeženém vozidle.

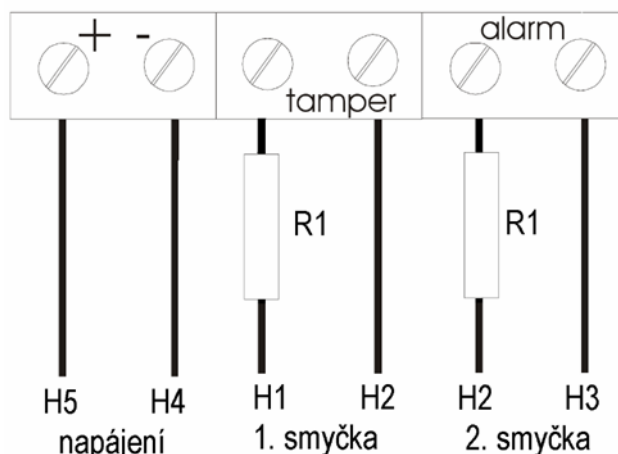
3 Rozdělení elektronických zabezpečovacích systémů z hlediska přenosu signálů

3.1 Typy ústředí

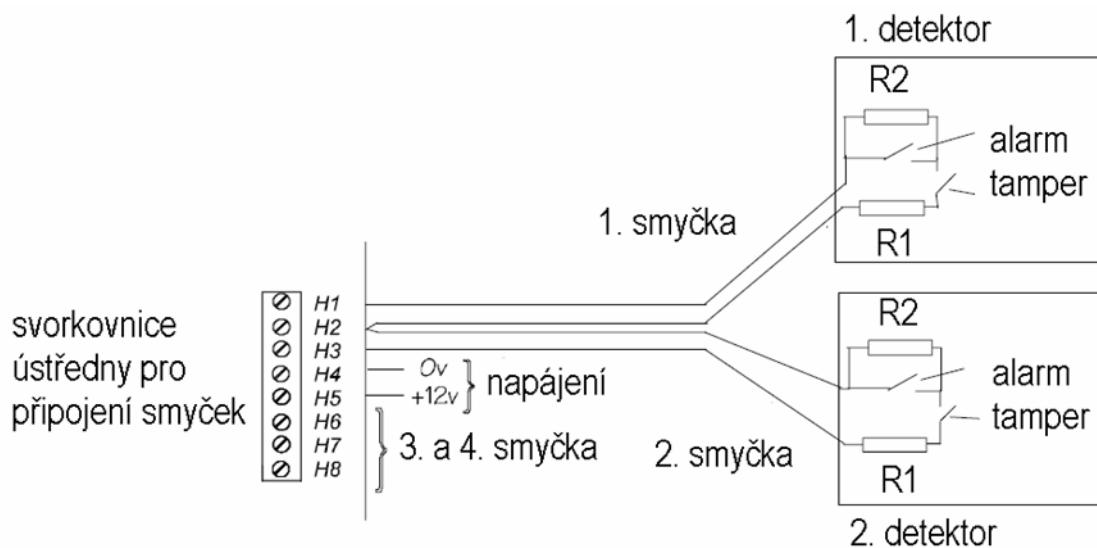
- smyčkové
- Sběrníkové (s přímou adresací čidel)
- Bezdrátové

3.1.1 Ústředny smyčkové

Tyto ústředny mají pro každou smyčku vyhodnocovací obvod, na který je připojeno většinou jedno čidlo, nebo více čidel. V případě, že je zapojeno více čidel, děje se tak prostřednictvím speciálních propojovacích krabiček (koncentrátorů), které jsou pro případ sabotáže opatřeny kontaktem detekujícím otevření nebo nepovolenou manipulaci, nazývaný tamper kontakt. Vyhodnocovací obvod pracuje na principu vyhodnocovací proudové smyčky (diferenciálně vyvážená smyčka, která je při instalaci nastavena pomocí odporu na požadovanou hodnotu. V případě, že dojde ke změně odporu vyvolanou aktivací některého z čidel nebo sabotáží čidla či celé smyčky (vedení) dochází k vyhlášení poplachového stavu na smyčce. Kabeláž je tvořena více- vodičovými kabely zajišťujícími napájení a připojení jednotlivých smyček k ústředně. Jedná se především o ústředny s menším počtem smyček, které jsou určeny pro zabezpečení menších objektů, včetně automobilů.



Obrázek 9 Svorkovnice detektoru při jednoduchém vyvážení



Obrázek 10 Svorkovnice detektoru při dvojitém vyvážení

3.1.2 Ústředny sběrnice (s přímou adresací čidel)

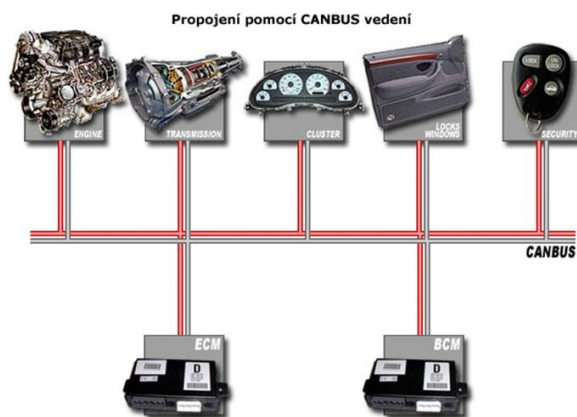
Tato ústředna pracuje na principu komunikace prostřednictvím datové sběrnice, na kterou jsou napojeny komunikační moduly jednotlivých čidel a dalších částí systému (siréna, komunikátory GSM atd.). Propojovací kabeláž tvoří zpravidla dva napájecí vodiče a dva vodiče tvořící sběrnici. Prostřednictvím napájecích vodičů jsou napájeny všechny detektory vyžadující napájení a pomocí sběrnice komunikuje periodicky ústředna s jednotlivými prvky. Komunikace probíhá tak, že ústředna generuje adresy a přijímá odezvy od komunikačních modulů jednotlivých čidel. Sběrnice může být instalována v délce stovek metrů až několik kilometrů - podle typu. Na sběrnici může být rovněž napojen signalizační panel, který přesně určí, které čidlo nebo detektor vyhlásil poplach. Velkou výhodou, oproti předchozímu typu ústředny, je značná úspora kabeláže. Na sběrnici se připojují pomocné (systémové) napájecí zdroje.

3.1.3 Bezdrátové ústředny

U těchto ústředn se místo drátové (kabelové) sběrnice používá duplexní radiový spoj. Proto se jim říká „bezdrátové“. Součástí každého prvku zabezpečovacího systému je radiová část, která obsahuje přijímač a vysílač. Totéž je v ústředně. Vysílá se v pásmech 434 MHz, nebo 868 MHz. Mezi ústřednou a čidly dochází k přenosu kódovaných zpráv (např. poplach, ověření poplachu, test, apod.) podle přesně definovaného formátu. Způsob použité modulace radiového signálu umožňuje to, že v daném radiovém pásmu může pracovat velké množství vysílačů, aniž by se vzájemně rušily.

3.2 Sběrnice CANbus, FlexRay, LIN

Obecně je sběrnice sestava vodičů, konektorů a dalších mechanických prvků, po které probíhá komunikace mezi periferií a řídicí jednotkou nebo mezi řídicími jednotkami. Komunikace je vytvářena elektronickými obvody jednotlivých zařízení připojených na sběrnici. Elektronické obvody vysílají a přijímají jednotlivé signály předávané po vedení. Signály mají přesně definovaný formát, zakotvený v mezinárodních normách. Pro každý druh sběrnice jsou používány jiné signály. Neustále zdokonalování komfortnosti vybavení automobilů s sebou přineslo nutnost použití sběrnic v automobilech. Dnešní automobily s řadou automatizovaných funkcí potřebují k řízení a ovládání těchto funkcí několik desítek řídicích jednotek. Z hlediska úspory vodičů a tím i váhy automobilu se výrobci upřednostňují využívání sběrnic sériových, protože ty používají pro komunikaci pouze dva vodiče.

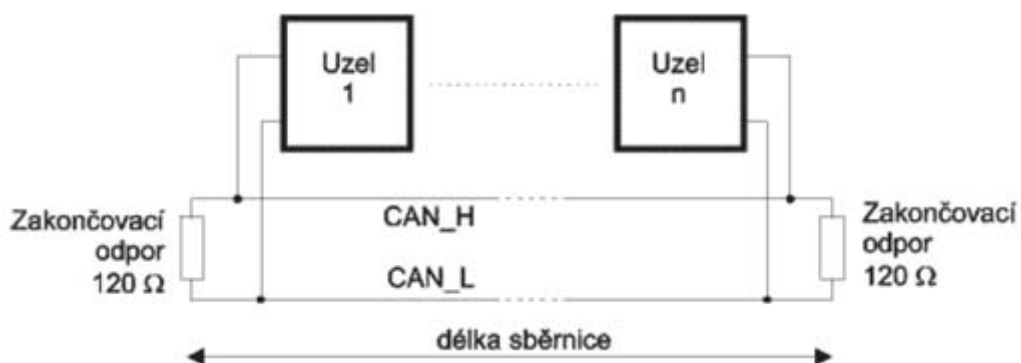


Obrázek 11 Sběrnice CANBUS

Jednou z nejvíce používaných sběrnic v automobilové technice je sběrnice CANBUS. Normativně je specifikována ve standardu ISO 11898, ISO 11519-2. a ČSN EN 50325. První vozidlo s CANBUS sběrnici bylo uvedeno na trh již v roce 1986. Jednalo se o BMW 850 kupé. Snížením délky kabeláže až o 2 km, byla celková hmotnost vozidla snížena o víc jak 50 kg a množství konektorů potřebných k propojení se snížilo na polovinu! Elektronické systémy vozidla byly oproti původnímu provedení s klasickým multivodičovým vedením schopny komunikovat velmi vysokou rychlostí (25kbps - 1Mbps) po dvou vodičích.

Maximální délka sběrnice při praktickém použití závisí na tom, jakou přenosovou rychlost potřebujeme docílit. Může být dle uváděných údajů od 40m pro 1Mbit/s až 5200m pro 10kbit/s.

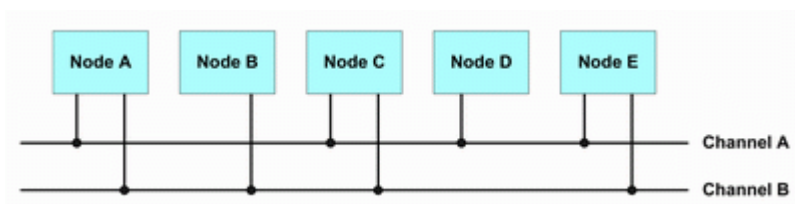
Její typická impedance je 120Ω . Maximální počet zařízení na sběrnici je 30. Topologie je sběrnice.



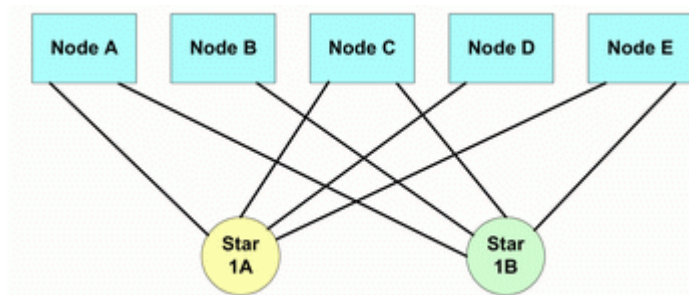
Obrázek 12 Blokové schéma sběrnice CANBUS

Pomocí modulu je možné připojit i systém EZA. Jeho pomocí lze číst a zapisovat údaje z a do sběrnice CAN BUS. Některé autoalarmy jsou vyrobeny tak, že tento převodník je již součástí řídicí jednotky EZA.

Další sběrnici používanou v automobilovém průmyslu je sběrnice FlexRay. Sběrnice FlexRay představuje vysokorychlostní datové propojení využívané především v dopravních prostředcích. Byla vytvořena stejnojmenným sdružením výrobců automobilů a jejich komponent (Daimler, Chrysler, BMW, General Motors, Ford, Volkswagen, Bosch, Freescale, Phillips). Oproti sběrnici CAN BUS má vyšší přenosovou rychlost srovnatelnou s Ethernetem, zároveň však vyšší odolnost proti elektromagnetickému rušení. Přenosová rychlost max. 10Mbit/s. Topologie může být jak sběrnice, tak hvězda. Vzdálenost mezi uzly může být až 24m.



Obrázek 13 Topologie sběrnice BUS



Obrázek 14 Topologie sběrnice HVĚZDA

Oproti tomu se sběrnice LIN používá v automobilovém pro méně složité aplikace při poskytování levného rozšíření funkcí v moderních vozidlech. Její komunikační protokol je jednodušší. Používá se jako cenově výhodný doplněk sběrnice CAN. Přenosová rychlost je max. 20kbit/s. Maximální počet podřízených jednotek připojených na sběrnici je 16. Může obsahovat pouze jednu hlavní řídicí jednotku (master). V souvislosti s připojením EZA jsem nenalezl její používání.

4 Systémy GPS a GSM v autoalarmech

Stejně jako u systémů EZS (nově PZTS) pro ochranu objektů (budov a pozemků) se u EZA používají GSM komunikátory k vyhlášení alarmových a poruchových stavů EZA. Předávají SMS nebo hlasové zprávy, které jsou předem nahrány v jednotce GSM. To je jejich hlavní účel v systémech ETA. Ve své podstatě se jedná o jednoduchý mobilní telefon, který se neovládá klávesnicí ale řídicí jednotkou (ústřednou).

U **jednocestných** systémů ETA je GSM jednotka výstupní periferií po které se předávají informace na MT uživatele nebo na PCO hlídací služby. U **dvoucestných** ETA je možné pomocí GSM komunikátoru (jednotky) systém EZA i ovládat. Například vypínat sirénu, bypassovat porouchané čidlo nebo programovat ústřednu EZA.

GSM komunikátory můžeme dále rozdělit na dva typy:

- **Externí** – připojené k řídicí jednotce EZA jako samostatné zařízení
- **Integrované** -již zabudované do řídicí jednotky EZA jako její součást

Externí, neboli přídavné se připojují jako přídavné zařízení k řídicí jednotce pomocí kabelů na napájení a k tomu určený port (konektor) řídicí jednotky alarmu. U jednodušších jednocestných EZA např. na spínaný výstup řídicí jednotky. Sepnutím tohoto výstupu při alarmu se GSM jednotka aktivuje a dochází k odeslání SMS , případně hlasové zprávy nebo obojího uživateli (závisí to na tom jak je GSM komunikátor předem naprogramován). Pro dvoucestné EZA musí být řídicí jednotka vybavena konektorovým portem, který umožní duplexní provoz. U dvoucestných EZA se vytváří přes síť GSM datové připojení tak aby byl umožněn duplexní provoz.

Příkladem externí jednoduše konfigurovatelné jednotky GSM pro jednocestné EZA je např. tato jednotka:



Obrázek 15 Externí GSM jednotka pro jednocestné EZA

GSM dálková signalizace / pager iQGSM-A1. Jedná o GSM komunikátor s univerzálním vstupem. Po aktivaci vstupu zavolá a pošle SMS na MT, případně na jakýkoliv jiný GSM komunikátor, např. součást PCO. Alarmová informace (volání, SMS) může být předána až na 6 telefonních čísel.

Příkladem externí složitější a komfortněji vybavené jednotky GSM pro dvoucestné EZA může být např. tato jednotka



Obrázek 16 Externí GSM jednotka pro dvoucestné EZA

Je vhodný k použití jako GSM pager k již namontovaným autoalarmům. Současně je tato jednotka použitelná jako řídicí jednotka EZA s již integrovaným GSM pagerem (komunikátorem).

Většina autoalarmů má GSM komunikátor integrovaný. Tyto EZA bývají na webových stránkách prodejců označovány jako GSM alarmany.

GSM sítě jsou radiové sítě pro mobilní komunikaci. Jejich struktura je tvořena poměrně hustou sítí pevných pozemních stanic označovaných jako BTS (bázové stanice), které vysílaným signálem pokrývají danou oblast. Každá BTS má 3 antény které pokrývají danou oblast po 120° (vyzařovací diagram antény) a tvoří oblast označovanou jako LAC. V ČR jsou pro tyto sítě vyhrazena tato kmitočtová pásma:

Označení	Kmitočty (MHz)
GSM 900	876 až 960
GSM1800	1710 až 1880
UMTS	1900 až 2200

Obrázek 17 Kmitočtová pásma pro GSM v ČR

V poslední době jsou využívána i radiová pásma technologií LTA (rychlejší přenos, větší kapacita přenosového kanálu)

Část každého pásma tzv. Uplink je vyhrazena pro vysílání MT (směr od MT k BTS), další část pásma tzv. Downlink je vyhrazena pro vysílání BTS (směr od BTS k MT).

Jednotky GPS slouží k určení polohy vozu a jsou většinou součástí řídicí jednotky nebo GSM komunikátoru. Příkladem externí jednotky GPS, která se dá připojit např. k již nainstalovaným EZA je tato jednotka:



Obrázek 18 Externí GPS jednotka

Použití GPS jednotek u systémů EZA má smysl pouze tehdy pokud je EZA vybavena GSM komunikátorem, protože poloha je po tomto kanálu přenášena majiteli nebo na PCO služby hlídání vozidel.

Základem systémů vyhledávání polohy je síť satelitů na oběžné dráze. Družice jsou geostacionární, tj. mají přesnou pevnou polohu a otáčejí se spolu se zeměkoucí. K dispozici jsou tyto satelitní sítě:

GPS - USA

Glonass - Rusko

BeiDou - Čína

Galileo - EU

Každý z těchto systémů používá jiné kmitočtové pásmo pro vysílání svých radiových signálů. Jedná se o kmitočtová pásma v rozmezí přibližně 1,1 až 1,6 GHz.

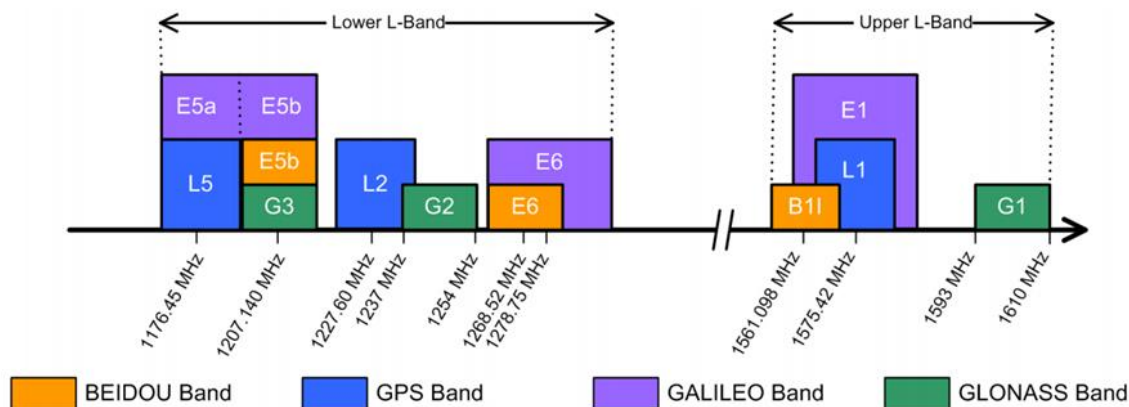


Fig. 2-2: BEIDOU, GALILEO, GLONASS and GPS frequency bands.

Obrázek 19 Kmitočtová pásma satelitních sítí

Obecně platí, že z čím více družic je GPS přijímač zachytit signál, tím přesnější je určení polohy. Součástí každé družice je přijímač, vysílač a cesiové atomové hodiny s přesností na miliardtinu sekundy. Přijímač GPS v GPS jednotce (lokátoru) v EZA přijímá signály, které od různých družic doletí k přijímači s určitým nepatrným časovým zpožděním. Z tohoto zpoždění se matematickým výpočtem určuje poloha.

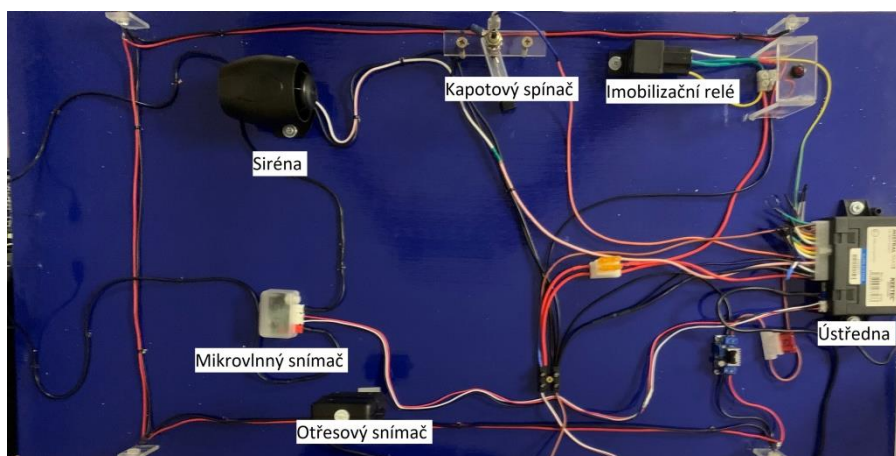
5 Popis realizace praktického modelu a zprovoznění

Můj záměr praktické části maturitní práce byl nainstalovat zakoupený autoalarm se všemi jeho prvky potřebné k řádnému chodu na dřevěnou desku, simulující vozidlo. Po zakoupení potřebné dřevěné desky jsem začal s hrubým rozmístěním prvků EZA na tento panel, přičemž jsem neustále nahlížel do manuálu, abych si ušetřil práci při konečné montáži, a také jsem rovnou upravoval celý set EZA k mým potřebám, tj. zkracování vodičů, aby vše bylo hezky přehledné. Vše jsem nejdřív zapojil, aby byl autoalarm funkční, a také jsem si tím ověřil funkčnost všech prvků, které byly následně montovány na panel. Pro otřesový snímač byl vyroben stojánek z plechu, který se při doteku rozkmitá, a tím se spustí alarm. Pro kapotový snímač byl zhotoven speciální držák, kde spínač je držen v klidovém stavu vloženým tělesem, které po vyndání také spustí alarm. U ultrazvukového čidla jsem se nedopátral, která ze dvou částí čidla je vysílač, a který přijímač, z tohoto důvodu jsem namířil snímače přímo proti sobě na bližší vzdálenost, kde po přerušení toku ultrazvukových vln je vyhlášen poplach. K zakoupenému autoalarmu bylo přikoupeno také

dvou zónové mikrovlnné čidlo, kteréžto bohužel nemohlo být zapojeno na panel, z důvodu nedostatku připojitelných vstupů do ústředny EZA.

Po celkovém zprovoznění panelu proběhla dodatečná montáž prvků, které mají simulovat různé části vozidla pro fungování EZA, ale musely být zhotoveny improvizovaným způsobem. Po obvodu panelu jsou čtyři LED diody v paralelním zapojení, které mají za úkol simulovat výstražné, neboli směrové světla. Dále zde najdeme blikající červenou LED diodu, jejíž úkol je zobrazovat stavy imobilizačního relé. Pokud LED dioda bliká, je vozidlo schopno nastartovat motor, pokud neblinká, startování není umožněno. Veškerá napájecí kabeláž je spojena do jednoho mínusového vodiče a jednoho plusového vodiče. Dřevěný panel byl následně nalakován na nezvyklou modrou barvu, aby byl dobře vidět štítkový popis všech komponentů, namontovaných na dřevěném panelu.

Použité kabely jsou takové, jaké se v automobilní technice obvykle používají k instalaci EZA do automobilu včetně jejich barevného označení. Rozložení kabelů jsem se snažil provést tak aby bylo přehledné a zároveň mi umožnilo provádět potřebná měření.



Obrázek 20 Zapojení EZA na panelu

Pro simulaci výstražných světel automobilu jsem použil kromě LED diod i modul lineárního regulátoru napětí s IO LM317 pro jemné nastavení napětí pro použité LED diody. Při použití LED jsem narazil na praktický problém různé svítivosti LED diod, který je způsoben rozptylem výrobních parametrů LED diod při jejich hromadné výrobě a uplatněním odporu vodičů obvodu. Nastavováním napětí při současném měření proudu protékajícího obvodem LED diod jsem docílil toho, aby protékající proud odpovídal doporučené katalogové hodnotě jmenovitého proudu, tj. 20-25 mA u každé ze 4 LED. Abych se vyhnul obtížnému měření proudu při přerušovaném svitu LED diod, nastavoval jsem vstupní napětí na modulu po připojení na jiný stejnosměrný zdroj. Díky

možnosti jemného nastavení výstupního napětí po 0,1V se podařilo nastavit přibližně stejnou svítivost LED. Tyto součástky nebyly součástí autoalarmu.

5.1 Technické parametry jednotlivých prvků

- ochrana dveří, zavazadlového prostoru a kapoty
- programování přes PC
- 2 programovatelné AUX výstupy
- paměť poplachů
- přídatná poplachová smyčka
- plovoucí kód
- reléový výstup pro ovládání centrálního zamykání
- sekvenční výstup pro směrová světla
- silový výstup pro připojení optické signalizace
- výstup pro dotahování elektrických oken
- automatická aktivace po zavření posledních dveří
- nouzová deaktivace systému
- bezpečnostní automatická reaktivace
- programovatelné opoždění vstupů
- tísňový PANIC poplach
- vyhledání vozidla
- bezpečnostní režim
- servisní režim
- LED indikace stavu

5.2 Vlastnosti systému

Při odstřežení systému, pomocí zmáčknutí tlačítka na dálkovém ovladači, se ozvou dva krátké zvuky sirény a obvodové LED diody dvakrát bliknou, signalizující odstřežení systému. Následně se rozblíká červená LED dioda, připojená na imobilizační relé.

Při zastřežení systému se také rozblíkají LED diody po obvodu společně s akustickým ohlášením o změně stavu střežení. Bohužel jsem nepřišel na příčinu, proč někdy obvodové LED diody blikají dvakrát, jindy zase třikrát, nebo neblíknou vůbec. Červená LED dioda přestane blikat.

Při zastřeženém stavu a poplachu obvodové LED diody přerušovaně blikají do té doby, než je systém dálkovým ovladačem ovlivněn. Siréna vydává proměnný, nepřetržitý akustický signál.

Pro napájení celého panelu jsem použil počítačový zdroj s konstantním napětím cca 12V. Pro demonstraci při obhajobě bude použit stejnosměrný zdroj napětí s volitelným výstupním napětím.

5.3 Protokol z Praktického měření mezi ústřednou a vybraným čidlem

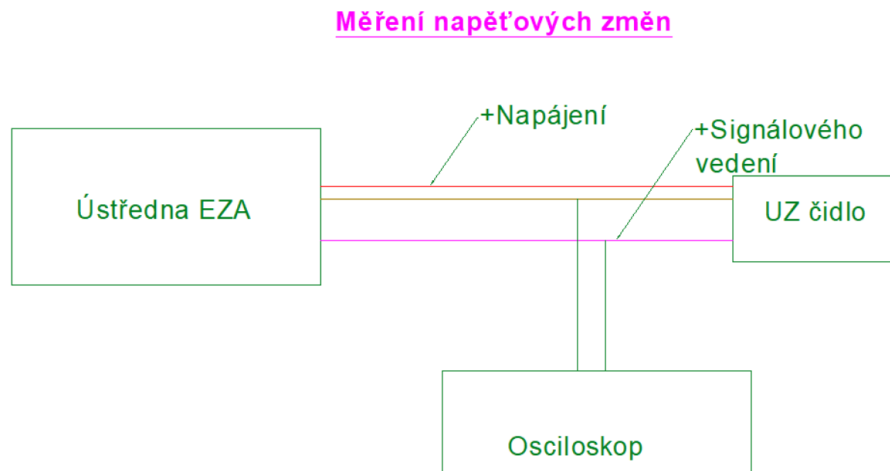
5.3.1 Cíl měření

- Změřit hodnoty proudu a napětí na vedení mezi vybraným čidlem (ultrazvukové čidlo) a ústřednou

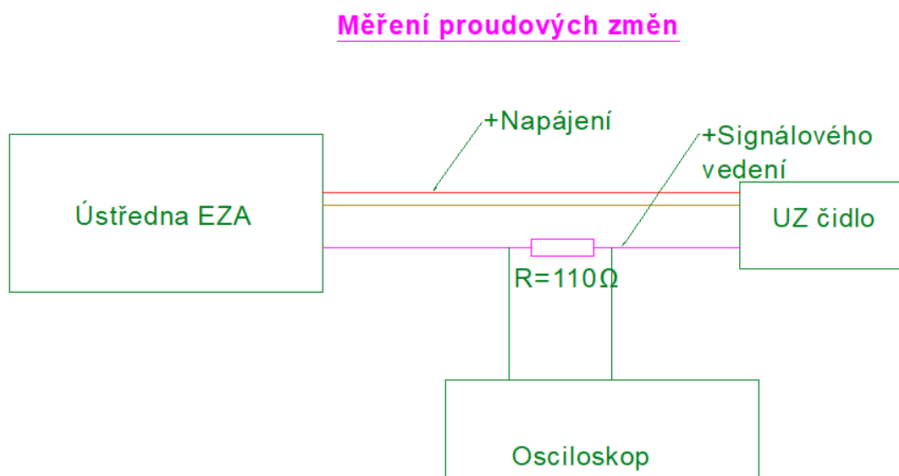
5.3.2 Postup měření

- Systém EZA v klidu - nezaktivováno (odstřeženo)
- Systém EZA aktivován (zastřeženo) - klidový stav
- Systém EZA aktivován (zastřeženo) – alarmový stav

- Schéma:



Obrázek 21 Schéma měření napěťových změn



Obrázek 22 Schéma měření proudových změn

5.3.3 Použité přístroje

- Osciloskop GW INSTEK MSO-2000E/2000 EA, sériové číslo: 201712
- Napěťová sonda (součástí sady k osciloskopu)
- Digitální multimetr POWERFIX profi PDM 250 A2, sériové číslo: 13078143
- Digitální klešťový multimetr ALLOSUN EM465, sériové číslo: 6028151

5.3.4 Popis měření

Jako vybraný snímač jsem zvolil ultrazvukový detektor. Napěťovou sondu jsem připojil na první kanál osciloskopu, následně sondu jako takovou jsem připojil na signální a minusový vodič. Pomocí obou multimetrů jsem si ověřil, který vodič je signální, a který je minusový. Poté probíhalo měření průběhů na osciloskopu, tato měření jsem rozdělil na dvě. První měření napěťových změn na signálním vedení, druhý měření proudových změn na signálním vedení. Jelikož jsem neměl k dispozici proudovou sondu, vyřešil jsem druhé měření paralelním zapojením dvou rezistorů o hodnotě 220Ω , výsledný odpor byl zhruba 110Ω , což jsem ověřil měřením na multimetru. Na tomto odporu jsem pomocí osciloskopu změřil úbytek napětí, z kterého jsem vypočítal proudovou změnu.

5.3.5 Obrázky

Měření napěťových změn na signálním vedení



Obrázek 23 Měření napěťových změn - zastřeženo, klidový stav

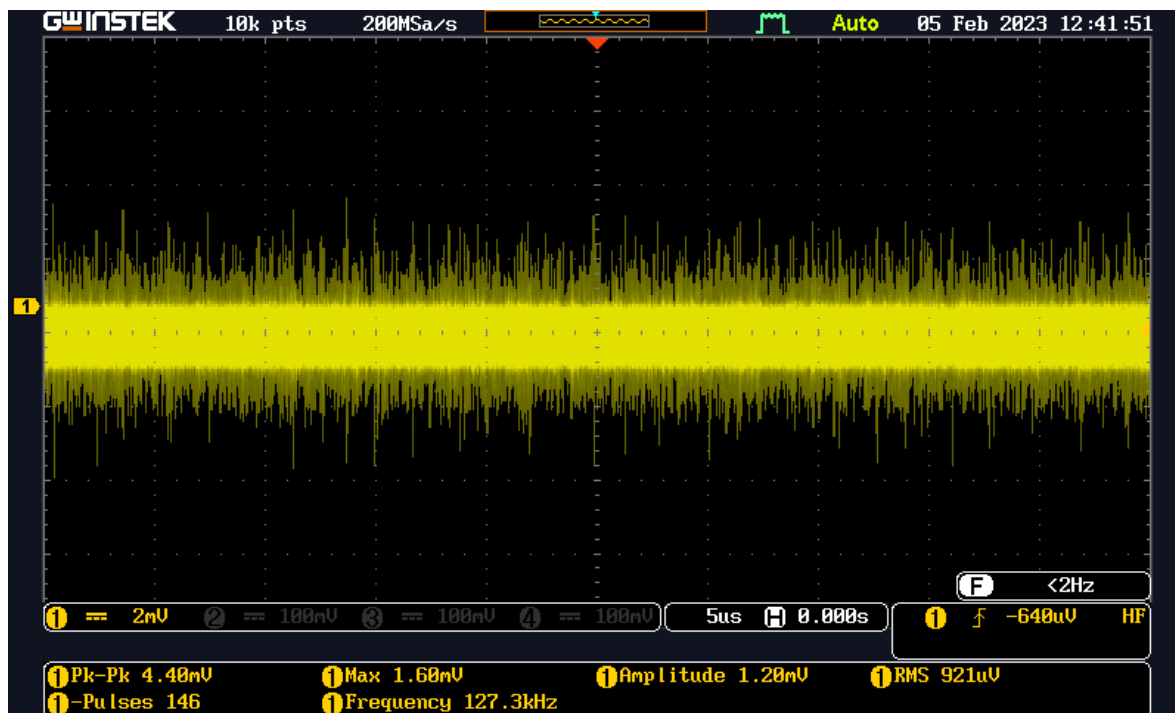
Z obrázku 22 je patrné, že na signálním vodiči je napětí RMS 8,12V, které je konstantní po dobu stavu zastřeženo- bez alarmu.



Obrázek 24 Měření napěťových změn - zastřeženo, poplach

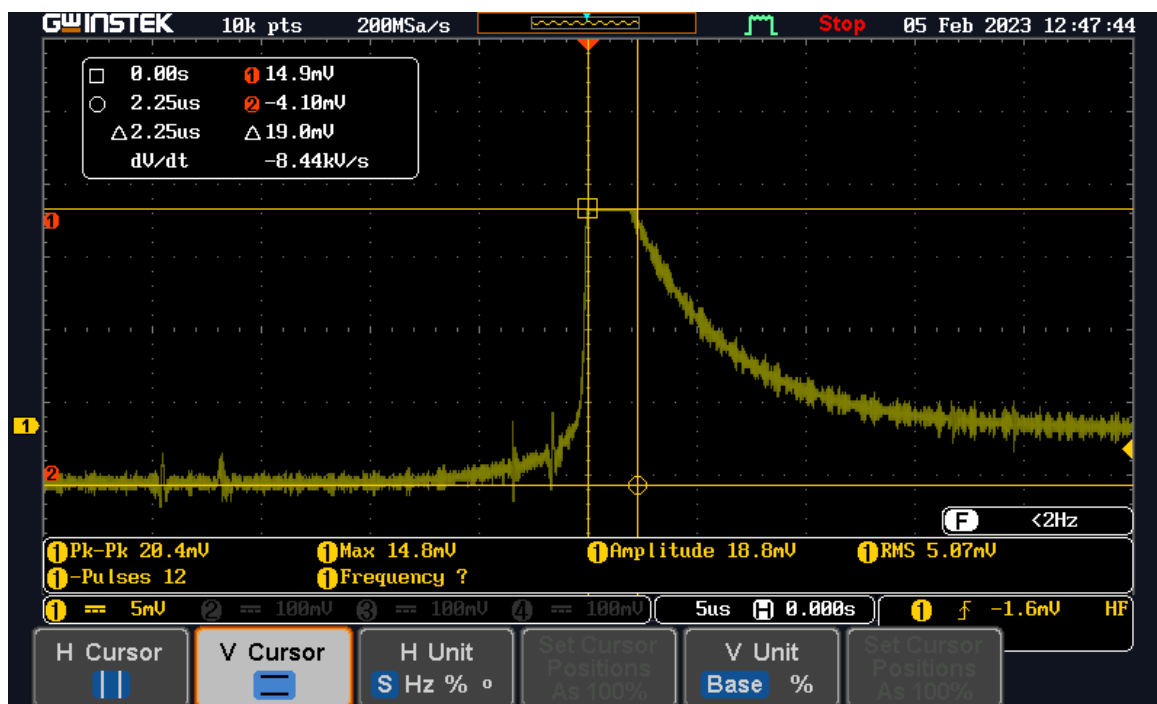
Z obrázku 23 je patrné, že v okamžiku alarmu dojde ke změně původního napětí o hodnotu 840mV.

Měření proudových změn na signálním vedení



Obrázek 25 Měření proudových změn - zastřeženo, klidový stav

Na obrázku 24 je zobrazen průběh úbytku napětí na rezistoru 110Ω při zastřeženém stavu bez alarmu.



Obrázek 26 Měření proudových změn - zastřeženo, poplach

Na obrázku 25 je zobrazen průběh úbytku napětí na rezistoru 110Ω při zastřeženém stavu se spuštěným poplachem.

- Výpočet proudu s odporem 110Ω na signálním vodiči, který byl vložen do signálního vedení

$$I = \frac{U}{R} = \frac{20,4 * 10^{-3}}{110} = 185\mu A$$

Rovnice 1 Výpočet proudu pomocí Ohmova zákona

- Výpočet skutečného proudu bez vloženého odporu (za předpokladu že napětí v obvodu zůstane stejné)

$$I = 0,185 * 110 = 20,35 \text{ mA}$$

Rovnice 2 Výpočet skutečného proudu pomocí Ohmova zákona

5.3.6 Závěr měření

Na základě provedených měření si dovoluji vyslovit následující úvahu. Napěťová změna při alarmu 800mV byla doprovázena změnou proudu o cca 20mA . V obvodu stejnosměrného proudu to znamená, že podle Ohmova zákona by to odpovídalo v daném okamžiku hodnotě rezistoru 40Ω . Při vložení sériového odporu 110Ω do obvodu to znamená, že celková hodnota by byla 150Ω . To je změna odporu o téměř trojnásobek původní hodnoty. EZA však tuto změnu nijak nezaregistrovala a fungovala normálně dále jako by tam vřazený odpor nebyl. Kdyby ústředna pracovala na principu vyvážené smyčky, pak by tuto událost podle mne měla vyhodnotit buďto jako poruchu, nebo poplach.

Závěr

Cílem práce bylo vytvořit praktický model elektronického zabezpečení automobilu pomocí klasického autoalarmu. Za tímto účelem jsem zakoupil autoalarm, který z mého hlediska je dostupný a je typickým představitelem takového druhu autoalarmu. Při montáži autoalarmu jsem postupoval podle přiloženého návodu výrobce. Tento zakoupený alarm jsem nainstaloval na dřevěný panel simulující vozidlo, včetně čtyř směrových světel, které jsem nasimuloval pomocí LED diod.

U klasických systémů elektronického zabezpečení objektů, označovaných jako EZS, nebo nověji PZTS, pracují obdobné systémy na principu vyvážené proudové smyčky mezi ústřednou a čidlem. Při průzkumu principu funkce elektronických zabezpečovacích systémů pro vozidla jsem nenašel žádný obdobný popis principu komunikace mezi ústřednou a čidlem. Bohužel se mi nepodařilo zjistit schéma řídicí jednotky použitého alarmu, a ani nikde ve zdrojích, v kterých jsem pátral, jsem nenašel podrobnější vysvětlení principu komunikace mezi čidlem a ústřednou, a to ani, když jsem o to žádal výrobce zakoupeného autoalarmu.

Při praktickém měření signálního vedení vybraného čidla, jsem zjistil, že v okamžiku poplachu (zareagování čidla), dochází k napěťové změně na signálním vodiči o 800mV, které je doprovázeno proudovou změnou o cca 20mA. Vzhledem k tomu, že jsem v době měření neměl k dispozici proudovou sondu, jsem se rozhodl změřit proudové charakteristiky improvizovaně tak, že jsem do obvodu signálního vedení zařadil dva rezistory o velikosti 220Ω , paralelně zapojené, tudíž výsledný odpor, na kterém jsem měřil úbytek napětí, měl hodnotu 110Ω . Pro bližší prozkoumání probíhajících signálů by bylo potřeba, jednak proudové sondy, a jednak logického analyzátoru. Osciloskop k provádění měření byl vypůjčen od soukromého vlastníka.

Model byl úspěšně zprovozněn a odzkoušen a je možné ho využít jako učební pomůcku pro demonstraci funkce autoalarmu.

Seznam použité literatury

1. *Datové sběrnice CAN* [online]. Brno [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <http://www.iae.fme.vutbr.cz/userfiles/beran/files/Datov%C3%A1%20sb%C4%9Brnice%20CAN.pdf>
2. *How Car Alarms Work* [online]. Tom Harris, 2. dubna 2001n. l. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>
3. *How Car Alarms Work* [online]. Marshall Brain & Tom Harris, 2006 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps.htm>
4. *How GPS Receivers Work* [online], 2020 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/mod/resource/view.php?id=202627&forceview=1>
5. *5. Systémy zabezpečení vozidel proti krádeži*, Bakalářská práce, Michal Votroubek [online]. Pardubice, 2017 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/68702/VotroubekM_SystemyZabezpeceni_PJ_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. *Zabezpečení osobních automobilů*, Diplomová práce Bc. Tomáš Rozkošný [online]. Zlín, 2017 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/68294164-Zabezpeceni-osobnich-automobilu-bc-tomas-rozkosny.html>
7. *Možnosti technologií zabezpečení automobilu*, Bakalářská práce, Tomáš Boháček [online]. Zlín, 2022 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/51893>
8. *Zdeněk Plíva, Sběrnice, výukový materiál* [online]. 2022 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://elearning.tul.cz/mod/resource/view.php?id=202627&forceview=1>

Seznam použitých zkratek

EZA – Elektronické Zabezpečení Automobilu

PCO – Pult Centrální Ochrany

GPS – Global Positioning System (polohovací služby)

GSM – Groupe Spécial Mobile (mobilní sítě)

IZS – Integrovaný Záchranný Systém (Městská a státní policie, zdravotnická záchranná služba, hasičská záchranná služba apod.)