

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**KATEDRA FYZIKY**

# **Bakalářská práce**

## **Návrh a konstrukce jednoduchého bezpečnostního systému**

Knihovna JU - PF



3115172536

**Autor:** Jiří Jodl

**Vedoucí práce:** PaedDr. Josef Voda

**2006**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA  
KATEDRA FYZIKY

- 48 -

*28. 4. 2006 Bygellon*

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité zdroje uvedl v Seznamu použité literatury na konci této práce. Zároveň povoluji Katedře fyziky PF JU v Č. Budějovicích libovolné využití této práce.



|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1. Úvod                             | 10 |
| 2. Metodický rámec                  | 11 |
| 2.1. Hypotézy                       | 11 |
| 2.1.1. První hypotéza               | 11 |
| 2.1.2. Druhá hypotéza               | 11 |
| 2.1.3. Třetí hypotéza               | 11 |
| 2.1.4. Čtvrtá hypotéza              | 11 |
| 2.1.5. Pátá hypotéza                | 11 |
| 2.1.6. Šestá hypotéza               | 11 |
| 2.1.7. Sedmá hypotéza               | 11 |
| 2.2. Definice                       | 11 |
| 2.2.1. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.2. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.3. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.4. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.5. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.6. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.7. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.8. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.9. Definice výzkumné jednotky   | 11 |
| 2.2.10. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.11. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.12. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.13. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.14. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.15. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.16. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.17. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.18. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.19. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.20. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.21. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.22. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.23. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.24. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.25. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.26. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.27. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.28. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.29. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.30. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.31. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.32. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.33. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.34. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.35. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.36. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.37. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.38. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.39. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.40. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.41. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.42. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.43. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.44. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.45. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.46. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.47. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.48. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.49. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.50. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.51. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.52. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.53. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.54. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.55. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.56. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.57. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.58. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.59. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.60. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.61. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.62. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.63. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.64. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.65. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.66. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.67. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.68. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.69. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.70. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.71. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.72. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.73. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.74. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.75. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.76. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.77. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.78. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.79. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.80. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.81. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.82. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.83. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.84. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.85. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.86. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.87. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.88. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.89. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.90. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.91. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.92. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.93. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.94. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.95. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.96. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.97. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.98. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.99. Definice výzkumné jednotky  | 11 |
| 2.2.100. Definice výzkumné jednotky | 11 |

## Poděkování

Chtěl bych vyjádřit poděkování vedoucímu své diplomové práce panu PaedDr. Josefu Vodovi za pomoc při shromažďování podkladů a za cenné připomínky a rady k obsahu práce.

# Obsah

|                                                                |          |
|----------------------------------------------------------------|----------|
| Úvod .....                                                     | 6        |
| <b>1. Teoretický rozbor .....</b>                              | <b>7</b> |
| 1.1. Rezistory .....                                           | 7        |
| 1.1.1. Parametry rezistorů .....                               | 8        |
| 1.1.2. Řada jmenovitých hodnot .....                           | 8        |
| 1.1.3. Další parametry rezistorů .....                         | 9        |
| 1.1.4. Značení rezistorů .....                                 | 9        |
| 1.1.5. Číselné značení s příponou .....                        | 9        |
| 1.1.6. Barevný kód .....                                       | 9        |
| 1.1.7. Číselné značení .....                                   | 10       |
| 1.2. Kapacitory .....                                          | 11       |
| 1.2.1. Energie elektrostatického pole kapacitoru .....         | 13       |
| 1.2.2. Parametry kapacitorů .....                              | 14       |
| 1.2.3. Značení kapacitorů .....                                | 14       |
| 1.3. Diody .....                                               | 15       |
| 1.3.1. Usměrnovací diody .....                                 | 15       |
| 1.3.2. Parametry diod .....                                    | 16       |
| 1.4. Tranzistory .....                                         | 18       |
| 1.4.1. Bipolární Tranzistor .....                              | 19       |
| 1.4.2. Princip činnosti .....                                  | 20       |
| 1.4.3. Nevodivý režim .....                                    | 20       |
| 1.4.4. Normální aktivní režim .....                            | 21       |
| 1.4.5. Inverzní aktivní režim .....                            | 22       |
| 1.4.6. Režim saturace .....                                    | 22       |
| 1.5. Univerzální integrovaný obvod 555 .....                   | 23       |
| 1.5.1. Vlastnosti integrovaného obvodu 555 .....               | 23       |
| 1.5.2. Hlavní části integrovaného obvodu 555 .....             | 24       |
| 1.5.3. Základní druhy činností integrovaného obvodu 555 .....  | 26       |
| 1.5.4. Zapojení 555 jako monostabilní klopný obvod .....       | 26       |
| 1.5.5. Zapojení 555 jako astabilní klopný obvod .....          | 27       |
| 1.5.6. Zapojení jako „time delay“ – časovač se zpožděním ..... | 28       |

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| 1.6. CMOS 4013 .....                              | 29        |
| 1.6.1 Klopný obvod typu D .....                   | 29        |
| <b>2. Návrh zařízení .....</b>                    | <b>30</b> |
| 2.1. Kódový zámek .....                           | 30        |
| 2.1.1. Popis zapojení .....                       | 30        |
| 2.2. Alarm .....                                  | 32        |
| 2.2.1 Popis zapojení .....                        | 32        |
| 2.3. Celkové schéma bezpečnostního systému .....  | 33        |
| 2.3.1 Seznam použitých součástek .....            | 35        |
| 2.3.2 Magnetický kontakt do dveří .....           | 36        |
| 2.3.3 Detektor pohybu .....                       | 36        |
| 2.3.4 Sirény .....                                | 38        |
| 2.3.5. Oživení na nepájivém kontaktním poli ..... | 39        |
| <b>3. Konstrukční řešení .....</b>                | <b>40</b> |
| 3.1. Výroba klišé .....                           | 40        |
| 3.2. Výroba desky plošných spojů (DPS) .....      | 40        |
| 3.3.1. Vrtání .....                               | 41        |
| 3.3.2. Rýsování fixou na DPS .....                | 41        |
| 3.3.3. Leptání .....                              | 41        |
| 3.4. Osazení a pájení .....                       | 42        |
| 3.5. Usazení do krabičky .....                    | 43        |
| <b>4. Způsob použití .....</b>                    | <b>44</b> |
| <b>Závěr .....</b>                                | <b>46</b> |
| <b>Literatura – použitá .....</b>                 | <b>47</b> |
| <b>Anotace .....</b>                              | <b>48</b> |

## Úvod

Prvním náznakem k vypracování bakalářské práce na téma „konstrukce bezpečnostního systému“ byla seznámení se s amatérskou výrobou jednoduchých obvodů, a tak si objasnit funkci elektronických součástek a jejich použití v obvodu.

Dalším impulsem vypracování této práce bylo za velmi malé náklady amatérsky zabezpečit nehlídaný prostor, do kterého neměl vstoupit nevídaný host. Dnes je v každém obchodě s elektronikou mnoho řešení, avšak stále za vysoké náklady. Zde uvedu příklad, že i konstruktér-začátečník dokáže pochopit funkci jednoduchých elektrických součástek v obvodu.

Seznámení se zaměřuje i na integrované obvody a jejich vnitřní funkci a tím i navrhovat a konstruovat tištěné spoje a osazovat je elektronickými součástkami, aby se dosáhlo vytouženého elektronického obvodu.

Dále jsou popsány doplňující komponenty pro detekci pohybu a jeho signalizaci. Jejich výběr v dnešním velkoobchodním trhu je velmi obtížný, protože existuje nevídané množství těchto produktů a zákazník tak neví zda kupuje vhodně.

# 1. Teoretický rozbor

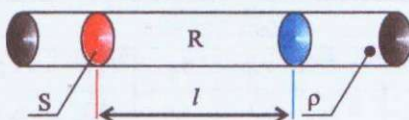
## 1.1. Rezistory

Elektrický odpor  $R$  vystupující v Ohmově zákoně je v praxi realizován součástkou nazývanou rezistor. Důležitost této součástky vyplývá již ze samotného vzorce pro Ohmův zákon, který říká, že rezistory převádějí proud na napětí a naopak. Jinými slovy při průtoku daného proudu  $I$  vzniká na rezistoru úbytek napětí  $U$  přímo úměrný hodnotě odporu  $R$ .

Pokud bychom na rezistor přiložili napětí  $U$ , protekl by jím proud  $I$  tím menší, čím větší by byla jeho hodnota odporu  $R$ . Rezistor je tedy v elektrickém obvodu schopen proud omezovat, což je další z jeho velmi častých aplikací. Další možné aplikace uvidíme ještě dále. Pro odpor elektricky vodivého materiálu  $R$  platí:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad [\Omega] \quad (1)$$

kde  $\rho$  je měrný elektrický odpor ( $\Omega\text{m}$ ),  $l$  je délka vodiče (m) a  $S$  plocha příčného průřezu ( $\text{m}^2$ ), kterým protéká elektrický proud (obrázek 1). Ze vztahu je patrné, že odpor  $R$  se zvětšuje s rostoucím měrným odporem  $\rho$  a délkou  $L$  a s klesajícím průřezem  $S$ .



Obrázek 1.1 Definice odporu materiálu

Rezistory rozdělujeme podle různých hledisek např. na pevné a proměnné, nebo drátové, vrstevové a hmotové. Základem drátových a vrstevových rezistorů je keramická trubička nebo váleček. Drátové rezistory mají navrchu navinutý tenký drátek, chráněný ještě vrstvou laku nebo smaltu. Vrstevové rezistory mají nanosenou vrstvu z odporového materiálu, do kterého je vyfrézována drážka. Utvoří se tak úzká páska z odporového materiálu – uhlíku, několikrát ovinutá kolem válečku (viz. [1]).

### 1.1.1. Parametry Rezistorů

Součástky jsou obvykle popisovány mezními a charakteristickými parametry. Mezní parametry jsou ty, jejichž překročení vede ke zničení součástky. Charakteristické jsou ty, které nám charakterizují užité vlastnosti součástky. Jejich opomenutí vede většinou k nesprávné funkci obvodu, nikoliv však k jeho destrukci. Nejdůležitější parametry diskrétního rezistoru je jmenovitá hodnota odporu a jmenovitá zatížitelnost (viz. [1]).

### 1.1.2. Řady jmenovitých hodnot

V praxi se běžně setkáváme s rezistory v rozsahu řádově  $1\Omega$  až  $10^6\Omega$ . Není překvapením, že při takové škále hodnot výrobci vyrábějí jen jmenovité hodnoty. Vyrábějí se podle řady stanovených hodnot, které jsou celosvětovým standardem. Každý odpor musí být vyroben s určitou tolerancí a podle toho se označují řady E6 (+20%), E12 (+10%), E24 (+5%) E24(+2%). Konkrétní hodnoty jmenovitých členů řad E6, E12 a E24 jsou uvedeny v tabulce 1.1.

Tabulka 1.1 Řady jmenovitých hodnot

| Řada E24 |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 1,0      | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 20,0 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 3,0 |
| 3,3      | 3,6 | 3,9 | 4,3 | 4,7 | 5,1 | 5,6 | 6,2  | 6,8 | 7,5 | 8,2 | 9,1 |
| Řada E12 |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
| 1,0      | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 3,3 | 3,9  | 4,7 | 5,6 | 6,8 | 8,2 |
| Řada E6  |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
| 1,0      |     | 1,5 |     | 2,2 |     | 3,3 |      | 4,7 |     | 6,8 |     |

### 1.1.3. Další parametry rezistorů

Mezi další parametry patří například

- teplotní součinitel odporu udávající závislost odporu na teplotě,
- napěťový součinitel odporu udávající závislost odporu na přiloženém napětí,
- závislost odporu na okolní vlhkosti a době používání,
- velikost nežádoucího šumu generovaného rezistorem,
- velikost parazitní indukčnosti atd.

#### 1.1.4. Značení rezistorů

Podle velikosti a tvaru rezistorů využívají výrobci zpravidla jeden ze tří druhů značení odporu rezistorů:

- číselné značení s příponou
- barevný kód
- číselný kód

V dnešní době není problém zjistit jakou má příslušná součástka hodnotu odporu. Je spousta pomocných aplikací, které se vyhledají na internetu a ty vám při navolení barev podle proužků ukáží hodnotu daného rezistoru. Také samozřejmě můžeme příslušný rezistor změřit na měřícím přístroji. Pokud nemáme ani jedno z těchto uvedených pomůcek, lze si poradit pomocí příslušných tabulek (viz. [1]).

#### 1.1.5. Číselné značení s příponou

Základní jednotkou pro značení odporu rezistorů je  $1 \Omega$ . Ostatní řády se označují obvyklými příponami (násobiteli). Na konci označení může být ještě písmeno značící toleranci hodnoty odporu. Přípony a značky pro toleranci jsou uvedeny v tabulce 1.2. Násobitel R a J může být vynechán.

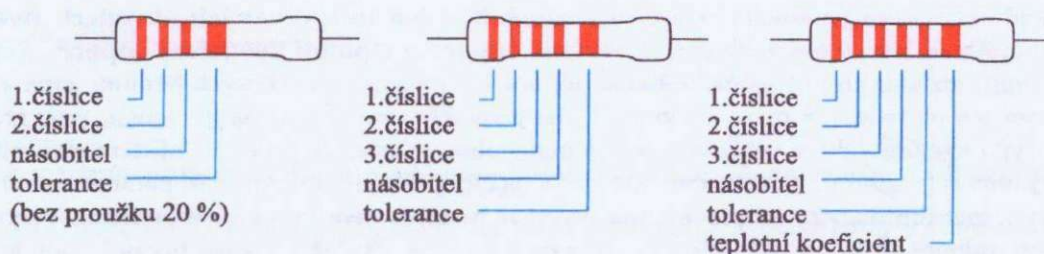
Tabulka 1.2 Kódy pro značení rezistorů

| Násobitel | Přípona | Tolerance     | Kód tolerance |
|-----------|---------|---------------|---------------|
| 10        | R, J    | $\pm 20 \%$   | M             |
| 10        | k       | $\pm 10 \%$   | K             |
| 10        | M       | $\pm 5 \%$    | J             |
| 10        | G       | $\pm 2 \%$    | G             |
| 10        | T       | $\pm 1 \%$    | F             |
|           |         | $\pm 0,5 \%$  | D             |
|           |         | $\pm 0,25 \%$ | C             |
|           |         | $\pm 0,1 \%$  | B             |

#### 1.1.6. Barevný kód

Označování rezistorů barevným kódem se využívá především u miniaturních rezistorů, kde rozměry součástky neumožňují vyjádřit hodnotu a toleranci písmenkovým kódem. Barevné značení má výhodu ve snadném čtení údajů ze všech směrů a poloh umístění rezistorů, protože je provedeno po celém obvodu rezistoru. Pro určení hodnot odporu

určení hodnot odporu jednotlivých rezistorů použijeme kódové tabulky 1.3. Značení se skládá ze tří až šesti proužků, kde první proužek je blíže k okraji rezistoru (obrázek 1.2). Navíc polední proužek bývá až dvakrát širší než ostatní. Označení zahrnuje dvě až tři platné číslice, dále násobitel, toleranci a případně teplotní koeficient  $TK_R$  (viz. [1]).



Obr. 1.2 Barevný kód rezistorů

Tabulka 1.3 Barevný kód pro značení rezistorů

|          | 1. číslice | 2. číslice | 3. číslice | násobitel | tolerance | $TK_R [K^{-1}]$     |
|----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|---------------------|
| stříbrná |            |            |            | 10        | 10%       |                     |
| zlatá    |            |            |            | 10        | 5%        |                     |
| černá    | 0          | 0          | 0          | 10        |           | $200 \cdot 10^{-6}$ |
| hnědá    | 1          | 1          | 1          | 10        | 1%        | $100 \cdot 10^{-6}$ |
| červená  | 2          | 2          | 2          | 10        | 2%        | $50 \cdot 10^{-6}$  |
| oranžová | 3          | 3          | 3          | 10        |           | $25 \cdot 10^{-6}$  |
| žlutá    | 4          | 4          | 4          | 10        |           | $15 \cdot 10^{-6}$  |
| zelená   | 5          | 5          | 5          | 10        | 0,5%      |                     |
| modrá    | 6          | 6          | 6          | 10        | 0,25%     |                     |
| fialová  | 7          | 7          | 7          | 10        | 0,1%      |                     |
| šedá     | 8          | 8          | 8          | 10        |           |                     |
| bílá     | 9          | 9          | 9          | 10        |           |                     |

### 1.1.7. Číselné značení

Tento typ značení se používá pro popis rezistorů SMD pro povrchovou montáž. Skládá se z tří nebo čtyř číslic, kde první dvě respektive tři číslice určují hodnotu odporu a poslední číslice představuje násobitel. Jedná se o obdobu čárového kódu (viz. [1]).

## 1.2. Kapacitory

Kapacitor je elektronická součástka, jejíž základní vlastností je Kapacita, respektive schopnost akumulace elektrického náboje  $Q$  tzn. pojmout a udržet elektrický náboj se říká kapacita a značí se  $C$ . Vztah mezi napětím  $U$  a Nábojem  $Q$  je

$$Q = C \cdot U, \quad (2)$$

kde konstanta úměrnosti  $C$  je Kapacita. Vztah (2) říká, že kapacitor s kapacitou  $C$  (farad) a napětím  $U$  (volt) přiloženým na jeho svorkách (deskách) má v sobě uložen náboj  $Q$  (coulomb). Protože mezi nábojem na dané kapacitě a jejím proudem platí vztah

$$I = \frac{dQ}{dt}, \quad (3)$$

Jsou napětí  $U$  a proud  $I$  na kapacitou vázány vztahem

$$I = C \cdot \frac{dU}{dt}. \quad (4)$$

Odtud vyplývá, že proud kapacitorem je přímo úměrný změně napětí na jeho svorkách.

Připojíme-li v daném okamžiku na kapacitor stejnosměrné napětí, nastane přechodový děj, při kterém kapacitorem proteče proud potřebný k jeho nabití (popřípadě vybití) na dané napětí podle uvedeného vzorce. Pokud nebude dále kapacitor nějakým způsobem vybíjen (například připojeným obvodem nebo vnitřním svodem kapacitou), proud do něj po dobití již dále nepoteče. To znamená, že kapacitor nepropouští stejnosměrný proud, což se v praxi hojně využívá (oddělovací kapacitor).

Naproti tomu stejnosměrný proud kapacitorem prochází v souladu s uvedeným vzorcem. Kapacitor přitom klade střídavému proudu střídavý odpor (říkáme, že má impedanci  $Z$ )

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}, \quad (5)$$

kde  $U$  a  $I$  jsou amplitudy sinusového napětí a proudu. Uvedený vzorec je formální obdobou Ohmova zákona a je z něj patrné, že s rostoucí frekvencí  $f$  (Hz) impedance  $Z$  ( $\Omega$ ) kapacitou  $C$  (F) klesá podle hyperboly. Na kapacitory lze tedy zjednodušeně pohlížet jako na frekvenčně závislé rezistory a lze je proto využívat například jako frekvenčně závislé děliče napětí.

Dále stojí za zmínku, že pro ideální kapacitor (ve funkci spotřebiče) přebíhá maximum proudu maximum napětí o  $90^\circ$ . Je-li totiž

$$U = U_0 \cdot \sin \omega t, \quad (6)$$

pak musí být

$$I = C \cdot \frac{dU}{dt} = C \cdot \omega \cdot U_0 \cdot \cos \omega t. \quad (7)$$

V důsledku toho nedochází v ideálním kapacitoru k tepelným (jouleovým) ztrátám, protože střední hodnota činného výkonu za periodu je nulová. V případě reálného kapacitoru (například s nežádoucím vnitřním odporem) se uvedený fázový posuv může lišit od ideálního případu ( $90^\circ$ ) řádově o jednotky stupňů. Důsledkem jsou tepelné ztráty, které rostou s rostoucí frekvencí a protékajícím proudem. I tak se ale kapacitor (ve srovnání s rezistorem) výhodně uplatňuje jako „odpor“ pro střídavý signál.

Praktická realizace kapacitoru vychází ze skutečnosti, že je-li elektrické napětí (potenciálový rozdíl)  $U$  mezi dvěma tělesy, která vážou shodný elektrický náboj  $+Q$  a  $-Q$ , pak je jejich kapacita

$$C = \frac{Q}{U}. \quad (8)$$

Základní uspořádání tvoří tedy dva blízké vodiče vzájemně oddělené izolačním materiálem označovaným jako dielektrikum. Způsoby dosažení co největší kapacity pro co nejmenších rozměrech (pro dané provozní podmínky) lze nejjednodušeji vysvětlit ze vzorce pro deskový kapacitor

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{S}{d}, \quad (9)$$

Kde  $\varepsilon_0$  je permitivita vakua ( $8,8 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ ),  $\varepsilon_r$  je relativní permitivita (materiálová konstanta),  $S$  je vzájemná plocha desek a  $d$  je jejich vzdálenost. Odtud je patrné, že kapacita  $C$  roste s rostoucí relativní permitivitou  $\varepsilon_r$  plochou desek  $S$  s klesající vzdáleností desek  $D$ . Konkrétní hodnota kapacity je tedy dána geometrickou složkou určenou rozměry  $S, d$  a dielektrickou složkou danou hodnotou relativní permitivity  $\varepsilon_r$ . Pokud by bylo dielektrikum tvořeno vakuem, byla by celá hodnota kapacity tvořena jenom geometrickou složkou. Elektrické parametry by byly ideální, ale poloměr kapacity vůči objemu kapacitou by byl velmi malý. Proto výrobci zvyšují kapacitu vkládáním dielektrika o relativně vysoké hodnotě  $\varepsilon_r$  často vykazují nelineární a nestabilní chování a zároveň zavádějí omezení na vysokých frekvencích. Zvýšení kapacity použitím co možná nejtenčího dielektrika je omezeno jeho elektrickou pevností. Kapacitory na vyšší provozní napětí musí mít dielektrikum tlustší, jinak by mohlo dojít k jeho proražení. Zvyšování plochy desek je omezeno jen praktickými rozměry kapacitou. Aby byly rozměry co nejmenší, vytváří se kapacitory ve formě svitků dlouhých a tenkých fólií (vytvořených vrstvami elektroda-dielektrikum-elektroda) nebo tenkých destiček uspořádaných paralelně do bloků (viz. [1]).

### 1.2.1. Energie elektrostatického pole kapacitoru

Kapacitor s kapacitou  $C$  se nabije na napětí  $U$  přivedením náboje  $Q$ . K tomu je třeba vynaložit práci. Energie elektrostatického pole  $W$  potom bude dána prací potřebnou k přenesení celkového náboje.

$$W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2. \quad (10)$$

Dodaná energie se spotřebuje na polarizaci dielektrika a zůstane v něm ve formě energie elektrostatického pole. Nabitý kapacitor se tak stává zdrojem energie (viz. [1]).

### 1.2.2. Parametry kapacitorů

Nejdůležitějšími parametry diskrétního kapacitou je jmenovitá hodnota kapacity (charakteristický parametr) a jmenovité napětí (mezní parametr). Jmenovité hodnoty kapacity jsou převážně dostupné jen v řadách jmenovitých hodnot, které až na výjimky nebývají v rámci jedné dekády tak rozsáhlé, jako je tomu u rezistorů. Zpravidla se používají řady E6 a E12. Jmenovité napětí je pro kapacitor tím, jako je pro rezistor jmenovitá zatížitelnost. Jedná se o nejvyšší napětí na které je kapacitor konstruován (pro danou teplotu okolí) a nesmí být proto překročeno.

Mezi další parametry patří například

- přesnost kapacity (ne vždy je určena typem řady)
- ztrátový činitel ( $\tan \delta$ )
- teplotní součinitel kapacity
- izolační odpor atd.

### 1.2.3. Značení kapacitorů

Jednotkou pro značení kapacity kapacitorů je zpravidla 1 pF, případě 1 F. Vykytuje se ovšem též značení, kde je základní jednotkou 1  $\mu\text{F}$ . V tabulce 1.4 jsou uvedeny příklady značení velikosti kapacity.

Tabulka 1.4 značení kapacity

| hodnota kapacity     | Druh kódu |                 |      |
|----------------------|-----------|-----------------|------|
|                      | 1 F       | 1 $\mu\text{F}$ | 1 pF |
| 1 F                  | 1 F       | -               | -    |
| $1 \cdot 10^{-3}$ F  | 1 m       | -               | 1 G  |
| $1 \cdot 10^{-6}$ F  | 1 $\mu$   | 1               | 1 M  |
| $1 \cdot 10^{-9}$ F  | 1 n       | -               | 1 k  |
| $1 \cdot 10^{-12}$ F | 1 p       | -               | 1    |

Z tabulky je zřejmé, že značení, kde základní jednotkou je 1  $\mu\text{F}$ , se používá u velmi malé skupiny kapacitorů, které mají kapacitu právě v řádu mikrofaraďů. To jest například u elektrolytických tantalových kapacitorů. Kód se základní jednotkou 1 pF se používá nejčastěji pro značení keramických kapacitorů, přežívá ovšem i ve značení elektrolytických kapacitrů.

Tolik tedy jednotky, které se používají pro značení kapacity. Jiná věc je, jakým způsobem se hodnota kapacity na součástce vyznačí. V současné době se převážně používají dva způsoby. Je-li na kapacitou dostatek místa, je proveden potisk s plným kódem a základní jednotkou je 1 F. Například na elektrolytických kapacitorech je natištěno 470  $\mu\text{F}$  / 35 V. U miniaturních součástek se používá úsporné značení, které je shodné se značením rezistorů pro povrchovou montáž. To znamená, že je použit číselný kód skládající se ze tří číslic, kde první dvě číslice určují hodnotu kapacity a poslední číslice představuje násobitel. Základní jednotkou je přitom 1 pF. Bude-li tedy na kapacitou vytištěno číslu 470, bude kapacita 47 pF. Obzvláště u keramických kapacitorů je právě tento způsob využíván téměř bezvýhradně (viz. [1]).

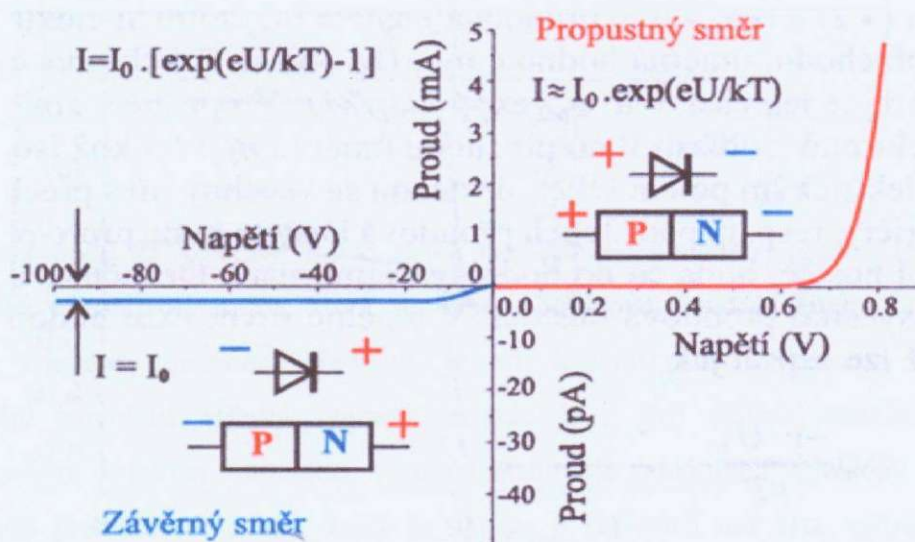
### 1.3. Diody

Diody jsou elektronické součástky se dvěma elektrodami, které (ve většině případů) pro jednu polaritu přiloženého napětí propouští elektrický proud a pro opačnou polaritu brání jeho průchodu. Z toho vyplývá, že spojením dvou oblastí opačných vodivosti vzniká jakýsi ventil, který v jednom případě propouští proud a v druhém případě proud nepropouští. K dosažení tohoto ventilového účinku se v pevných látkách využívá energetická bariéra na styku dvou oblastí odlišných vlastností, kterou lze přiložení napětí vhodné polarity snížit a napětím opačné polarity naopak zvýšit. Tyto přechody mají vedle ventilového účinku využívaného v usměrňovačích ještě další vlastnosti, které se využívají pro nejrůznější elektronické funkce, ale v našem případě bude stačit dioda usměrňovací (viz. [1]).

#### 1.3.1. Usměrňovací diody

Základní vlastností diody je, že dokáže usměrňovat střídavý proud, tj z původních obou směrů dovolí procházet proud pouze jedním směrem. Této vlastnosti se běžně využívá

při konstrukci síťových zdrojů napájecího napětí. Podobné využití poskytuje dioda i nízkofrekvenční a vysokofrekvenční technice. Každý přijímač obsahuje kromě mnoha tranzistorů i množství diod. Diody jsou různé a v mnohém se od sebe liší. Není lhostejné, z jakého materiálu a jakou technologií (postupem výroby) je taková dioda vyrobena. Jedno však mají společné a platí to pro všechny diody bez výjimky: Do určitého velmi malého napětí, řádově desetiny voltu, žádná dioda proud nevede.



Obrázek 1.3 Voltampérová charakteristika diody

Proud diodou neprochází, třebaže je připojena ke zdroji správným způsobem. Proud diodou začne procházet v propustném směru přibližně při napětí 0,6 – 0,7 V. Jak se chová dioda v propustném a závěrném směru u káže obrázek 1.3. V závěrném směru začne procházet proud až když se dioda prorazí tzn. když připojíme na diodu tak velké napětí, které vede k její zničení (viz. [3]).

### 1.3.2. Parametry diod

Obecně lze shrnout, že na V-A charakteristikách diod dochází v propustném směru i v závěrném směru při určité hodnotě napětí k strmému nárůstu proudu. Napětí, při kterém dochází v propustném směru k průtoku významné hodnoty proudu, se označuje jako prahové napětí. Pro křemík je jeho typická hodnota (0,6 až 0,7) V. U některých vysokodotovaných P-N přechodů s požadavkem vysoké injekční účinnosti je (0,7 až 0,9) V.

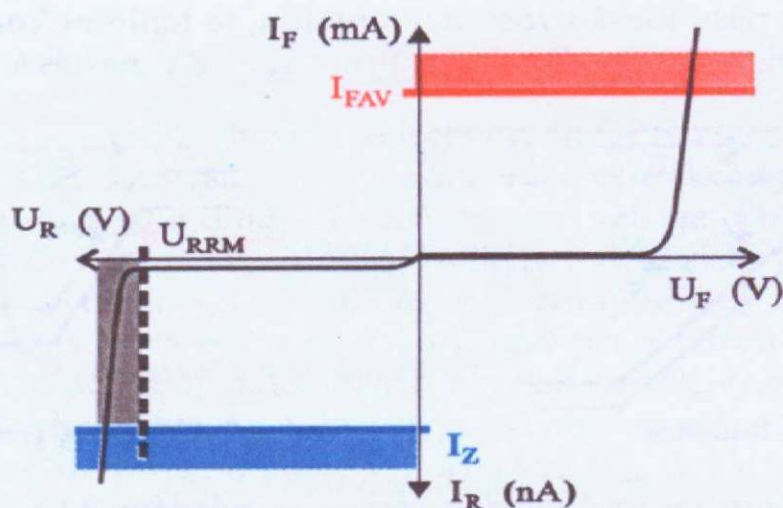
V (Tranzistor, tyristor). Hodnota prahového napětí vyplývá z šířky zakázaného pásu, a proto se i u diod z různých materiálů liší. Tabulka 1.5 uvádí několik případů.

Tabulka 1.5 Prahové napětí  $U_T$  Diod různých materiálů

|      | $W_g$ [eV]@300K | $U_T$ [V]@300K@ <sup>10-2</sup> [A/m <sup>2</sup> ] |
|------|-----------------|-----------------------------------------------------|
| Si   | 1,12            | 0,7                                                 |
| Ge   | 0,66            | 0,3                                                 |
| GaAs | 1,42            | 1,2                                                 |
| GaP  | 2,26            | 2,2                                                 |

Hodnota proudu za kolenem může strmě narůstat a v součinu s prahovým napětím způsobuje výkonovou ztrátu, která se mění v Jouleovo teplo a diodu ohřívá. Aby nedošlo k jejímu tepelnému přetížení, je pro každou diodu výrobcem stanovena maximální povolená střední hodnota proudu  $I_{FAV}$ . Pro případ namáhání diody jednorázovým krátkým impulsem výrobce stanovuje maximální povolený impulsní (nárazový) proud diodou  $I_{FSM}$ , který je zhruba o řád větší než  $I_{FAV}$  znázorněné na obrázku 1.4.

Schopnost odvádět teplo z libovolné součástky je obecně určena pouzdrům. V závěrném směru proto dioda snese stejný ztrátový výkon jako v propustném směru. Jelikož se ale koleno  $U_Z$  nebo  $U_{BR}$  vyskytuje při větším napětí, než je napětí prahové, bude maximální povolený závěrný proud u dané diody menší. Abychom mohli zamezit tepelnému přetížení diody v závěrném směru, uvádí výrobce u Zenerových diod buďto přímo maximální Zenerův proud  $I_Z$ , nebo maximální ztrátový výkon, ze kterého si  $I_Z$  můžeme spočítat při znalosti  $U_Z$ . Oproti stabilizátorům nejsou usměrňovače a ostatní obvody s diodami konstruovány pro činnost v oblasti průrazu. Kdyby se dostaly za koleno závěrné charakteristiky, došlo by vlivem výkonového přetížení k jejich průrazu. Pro tyto případy uvádí výrobce tzv. maximální opakovatelné závěrné napětí  $U_{RRM}$ , které nesmíme překročit. To znamená, že výrobce garantuje u všech dodaných diod průrazné napětí vyšší než  $U_{RRM}$ . Pro případ nahodilých přepětí uvádí výrobce ještě maximální neopakovatelné závěrné napětí  $U_{RSM}$ , jehož význam je podobný jako u  $I_{FSM}$ .



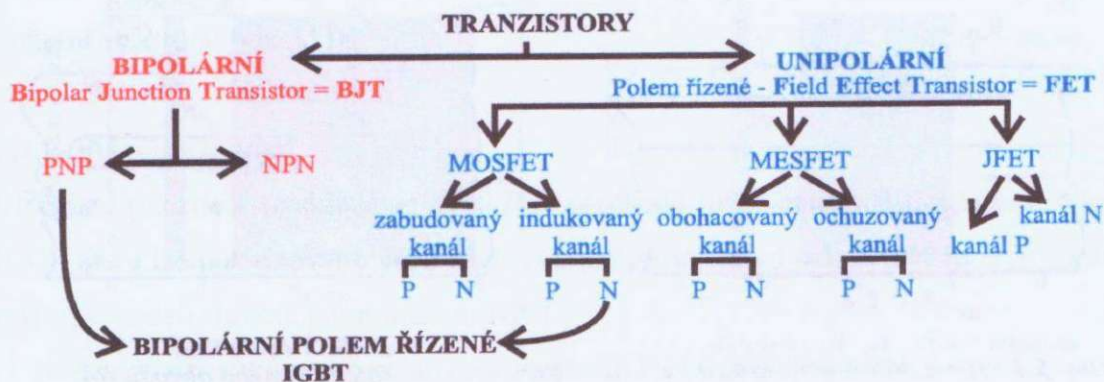
Obr. 1.4 Pokud nedojde k překročení mezních parametrů  $I_{FAV}$  a  $U_{RRM}$  (popřípadě  $I_Z$ ), je zaručen bezporuchový provoz diody ve statickém režimu.

Vedle mezních parametrů ( $I_{FAV}$ ,  $I_{FSM}$ ,  $U_{RRM}$ ,  $U_{RSM}$  apod.) zaručujících „přežití“ součástky při jejím použití, udávají výrobci ještě charakteristické parametry. Ty udávají, do jaké míry jsou zaručeny určité užité vlastnosti. U diod je důležitý dynamický parametr zvaný doba závěrného zotavení  $t_r$ . Tento parametr udává, jak rychle dokáže dioda přepnout z propustného do závěrného směru a blokovat průchod proudu (viz. [1]).

## 1.4. Tranzistory

Tranzistory jsou elektronické součástky (nejčastěji) se třemi elektrodami, které jsou v závislosti na jejich konkrétním zapojení schopny zesilovat buď napětí, nebo proud nebo obojí současně. Proto je tranzistor považován za aktivní součástku na rozdíl od diody, která nemá zesilovací schopnost, a je proto pasivní součástkou.

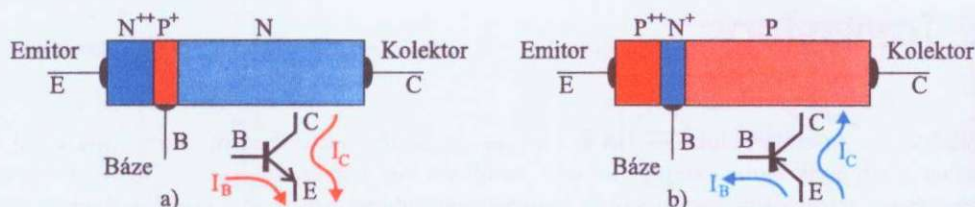
Tranzistorů se vyrábí mnoho a můžeme je členit do různých hledisek. Rozlišujeme např. nízkofrekvenční, vysokofrekvenční a spínací tranzistory. V každém z uvedených kategorií nalezneme tranzistory s malým či velkým výkonem. Tranzistory můžeme také rozlišovat podle technologie výroby. Jedno hledisko je však zásadní: tranzistor je buď unipolární nebo bipolární. Rozdělení všech tranzistorů je uvedeno na obrázku 1.5. My se budeme zabývat pouze technologií bipolárních tranzistorů.



Obr. 1.5 Rozdělení základních typů podle konstrukce

#### 1.4.1. Bipolární Tranzistor

Bipolární tranzistor se skládá alespoň ze tří různě dotovaných oblastí tvořících dva přechody P-N v těsném uspořádání (obr 1.6). Názvy editoru a kolektoru respektují skutečnost, že silně dotovaný emitor  $N^{++}$  ( $P^{++}$ ) „emituje“ elektrony (díry) do úzké báze  $P^+$  ( $N^+$ ), kterou většina z nich projde a je „sbírána“ kolektorem N (P). Počet prošlých částic z emitoru do kolektoru lze přitom ovládat velikostí proudu do báze. Název báze vznikl historicky, když u prvního tranzistoru byla báze tvořena základní destičkou (base), do níž byly shora přitlačeny přívody emitoru a kolektoru umístěné v těsné blízkosti.



Obr.

1.6 Schematické značky a zjednodušená struktura bipolárního tranzistoru NPN a PNP. Emitor je znázorněn šipkou ukazující kladný směr proudu emitoru tvořeného proudem báze a kolektoru.

Úroveň dotace (rostoucí s počtem plusů +) a rozměry oblastí na obr 1.6 vyplývají z potřeby dosáhnout co nejlepších elektrických parametrů. Editor  $N^{++}$  ( $P^{++}$  na obr. 1.6b) je tedy dotován nejvíce, kolektor N (P na obr. 1.6b) nejméně. Šipka ve schematické

značce vyznačuje kladný směr proudu editorem, který je opačný vzhledem ke směru pohybu elektronů (viz. [1]).

### 1.4.2. Princip činnosti

Bipolární tranzistor se skládá ze dvou P-N přechodů (báze-emitor B-E a báze-kolektor B-C), které lze polarizovat čtyřmi možnými způsoby. Odtud pak vyplývají čtyři možné režimy činnosti shrnuté pro tranzistor NPN:

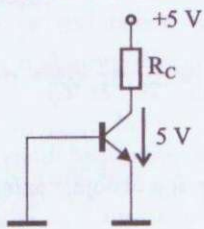
Režimy tranzistorů podle polarizace přechodů P-N tranzistorů NPN:

- Nevodivý
- Normální aktivní
- Inverzní
- Saturace

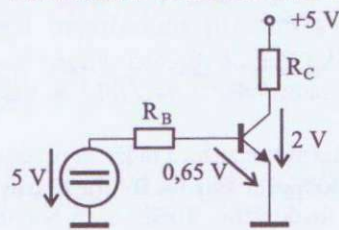
### 1.4.3. Nevodivý režim

V nevodivém režimu představuje přechod B-E energetickou bariéru bránící průchodu elektronů z emitoru do báze a děr z báze do emitoru. Do kolektoru mohou být elektrickým polem závěrně polarizovaného přechodu B-C extrahovány jen minoritní elektrony z úzké báze, kterých je jen málo.

NEVODIVÝ REŽIM



NORMÁLNÍ AKTIVNÍ REŽIM



Obr 1.7 Zapojení tranzistoru v nevodivém a v normálním aktivním režimu.

K průrazu tranzistoru může dojít nárazovou ionizací popsanou pro případ diody. Protože pravděpodobnost nárazové ionizace roste s proudovou hustotou nosičů náboje, znamená vyšší hodnota zbytkového proudu nižší hodnotu průrazného napětí tranzistoru  $U_{BR}$ . Druhým možným mechanismem je tzv. stykový průraz. Dochází k němu tehdy, když se OPN závěrně polarizovaného přechodu B-E sníží a proteče velký proud, který při vysokém napětí na kolektoru vede ke zničení tranzistoru. Uplatnění jednoho ze dvou uvedených mechanismů průrazu závisí na konstrukci tranzistoru (viz. [1]).

#### 1.4.4. Normální aktivní režim

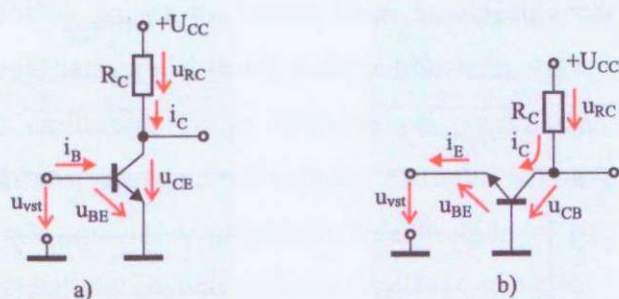
V Normálním aktivním režimu je energetická bariéra přechodu B-E snížena přiloženým napětím  $U_{BE} = 0,65$  V a dochází k injekci elektronů z vysoce dotovaného editoru do báze. Je-li báze dostatečně úzká, prodifunduje jí většina elektronů, aniž by zrekombinovala s děrami. To se děje díky gradientu koncentrace elektronů v bázi. Elektrony se tak dostanou k závěrně polarizovanému přechodu B-C, který je extrahuje svým silným elektrickým polem. Elektron se nachází na vzchodu energetické bariéry přechodu B-C a nic mu tedy nebrání v pohybu do kolektoru. Výsledkem je tedy proud elektronů z editoru do kolektoru. Čím větší je napětí  $U_{BE}$  na přechodu B-E, tím více je snížena jeho energetická bariéra a tím větší je proud elektronů, resp. Proud kolektoru  $I_C$ . To lze pomocí Shockleyho rovnice pro P-N přechod zapsat ve tvaru,

$$I_C \approx I_E = \cdot \left( \exp \frac{e \cdot U_{BE}}{k \cdot T} - 1 \right), \quad (11)$$

který platí v rozsahu několika řádů proudu  $I_C$ . V prvním přiblížení nezávisí proud  $I_C$  na napětí  $U_{BC}$  a tranzistor se chová jako zdroj proudu. Uvedený mechanismus ovládání proudu kolektoru napětím báze se nazývá tranzistorový jev a jeho základním předpokladem je existence úzké báze, tj. těsnější uspořádání přechodů B-E a B-C. Pokud bychom tyto přechody od sebe oddalovali, při určité nevelké vzdálenosti by tranzistorový jev zanikl.

Z hlediska zesilování proudu dochází na přechodu B-E též k nežádoucí injekci děr z báze do emitoru. Abychom ji omezili, a co nejvíce tak snížili proud báze potřebný pro vyvolání určité hodnoty proudu emitoru, resp. kolektoru, je dotace báze oproti editoru alespoň o dva řády nižší. Potom je injekce děr do emitoru mnohem menší než injekce elektronů do báze až do poměrně vysoké hodnoty proudu emitoru. Výsledkem je vysoká hodnota proudového zesílení  $h_{21E} = I_C / I_B$ , a to v řádu stovek. Protože emitor a báze jsou vysoce dotované, je velkého proudového zesílení dosaženo za cenu malého průrazného napětí přechodu B-E, kde  $U_{BRBE0}$  je zhruba do 5 V. K nežádoucímu zvyšování proudu báze dále dochází díky rekombinaci děr s elektrony v bázi a na přechodu B-E a dalšími jevy. Proud báze tedy slouží k nahrazení takto ztracených děr

při přiložení daného „řídícího“ napětí  $U_{BE}$ . Vedle zesílení proudu je také možno jej využít k zesílení napětí. To záleží na zapojení tranzistoru v obvodu (viz. [1]).



Obr 1.8 Zapojení tranzistoru umožňující zesílení proudu (a) a napětí (a, b).

#### 1.4.5. Inverzní aktivní režim

V inverzním aktivním režimu je tranzistor zapojen jako v normálním aktivním režimu s tím, že emitor je zaměněn za kolektor. Proto dochází k injekci elektronů z kolektoru do báze, jejich difúzi bází a poté k extrakci přechodem B-E. Protože dotační profil tranzistoru je konstruován se snahou o dosažení co nejlepších parametrů, jako je např. proudové zesílení v normálním aktivním režimu, jsou parametry tranzistoru v inverzním aktivním režimu špatné. Při inverzním aktivním režimu je patrná mnohem větší injekce děr do málo dotovaného kolektoru ve srovnání s injekcí elektronů do báze, což má za následek proudový zesilovací činitel menší než jedna. Jelikož je dotace emitoru a báze vysoká, bude průrazné napětí přechodu B-E nízké. Protože závěrně polarizovaný Přechod B-E nese v tomto režimu prakticky celé napájecí napětí, bude možné tranzistor připojit na napájecí napětí maximálně do 5 V. Ačkoli je využití tohoto zapojení řídké, lze se s ním v některých speciálních situacích setkat. Zajímavé je využití v hradle NAND v technologii TTL (viz. [1]).

#### 1.4.6. Režim saturace

Režim saturace (nasycení) nastává, je-li proud do báze (napětí  $U_{BE}$ ) tak velký, že výsledná injekce elektronů z emitoru způsobí tak veliké zaplavení přechodu B-C a jeho okolí nosiči náboje, že dojde ke změně polarizace přechodu B-C ze závěrného do propustného směru. To je prakticky proveditelné z důvodu nízké dotace kolektoru při současně vysoké injekční účinnosti elektronů na přechodu B-E. Propustná polarizace

přechodu B-C je patrná i z přiložených napětí v zapojení na obr 1.9, kde  $U_{CB} = U_{CE} - U_{BE} = 0,2 - 0,7 = -0,5 \text{ V}$ , resp.  $U_{BC} = +0,5 \text{ V}$ . To vede ve srovnání s normálním aktivním režimem k nezanedbatelné injekci elektronů z kolektoru do báze a také ke zvýšené injekci děr do emitoru a kolektoru. Oblast báze, kolektoru a obou přechodů je proto zaplavena velkou koncentrací elektronů a děr a tranzistor vykazuje velmi malý odpor mezi kolektorem a emitorem. To je výhodné při použití tranzistoru jako spínače. Nevýhodou je ale nutnost odvedení tak velkého množství náboje z báze a okolí při jeho vypínání, které je tak pomalé. V případech, kde je žádoucí rychlé vypnutí, bráníme tranzistoru, aby se dostal hluboko do saturace (viz. [1]).

## 1.5. Univerzální integrovaný obvod 555

Integrovaný obvod 555 patří mezi nejlépe zkonstruované integrované obvody. Není proto divu, že našel využití v mnoha konstrukcích. Téměř všichni výrobci jej zařadili do svého výrobního programu. Milionové série umožnily nízkou cenu, a tak se následně obvod objevil v mnoha dalších zapojeních. Integrovaný obvod, o který se nyní zajímáme, nese podle různých výrobců před číselným značením různý písmenný kód, jak bývá ostatně zvykem: NE555, MC555, SG555, LM555, CA555 a další. Proto se ve schématech omezujeme pouze na číselný kód, přičemž se předpokládá, že integrované obvody jednotlivých výrobců jsou vzájemně zaměnitelné (kompatibilní). (viz. [2]).

### 1.5.1. Vlastnosti integrovaného obvodu 555

Přestože má Integrovaný obvod 555 velmi jednoduchou konstrukci, vykazuje pozoruhodné vlastnosti. Svědčí o tom nepřeborné množství zapojení v různých světových časopisech a nedá se říci, že by nepřibývaly nové nápady.

Integrovanému obvodu se také říká časovač neboli Timer a tím je tento obvod nezaměnitelný. Skutečně umožňuje časování, a to několika způsoby, a ve značném rozpětí. Od zlomků sekundy až po desítky minut, a s doplněním některými součástkami až na celé hodiny. Podstatné přitom je, že dodržení časových úseků nezávisí na napájecím napětí. To je důležitá vlastnost, kterou postrádají mnohé jiné obvody s podobnou funkcí. Dále umožňuje měnit tvar výstupního impulsu co do jeho šířky, tj. v poměru k periodě. Pracuje ve velkém rozsahu napájecího napětí 4,5 – 18 V (některé

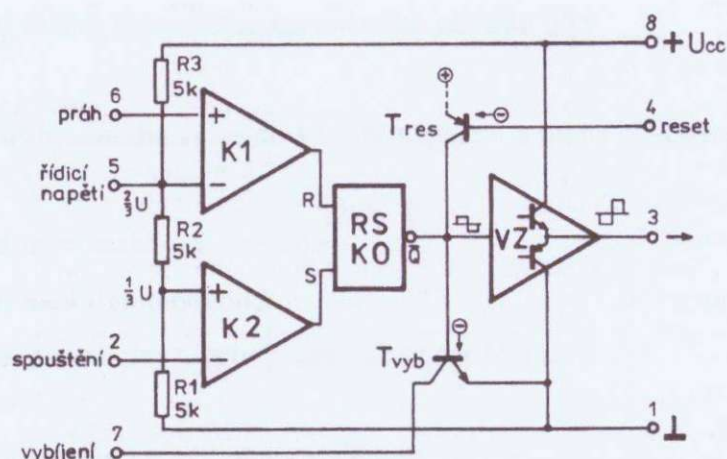
kusy výjimečně již od 3V) a přitom nevyžaduje souměrné napájení jako operační zesilovač. Zapojení s 555 se vyznačují dobrou reprodukovatelností a nejsou doprovázena záludnostmi při uvádění do chodu. Cení se také skutečnost, že na výstupu 555 je k použití poměrně značný proud – vzhledem k nevelkému pouzdru. Až 200 mA lze odebírat, takže to postačí pro spínání běžného relé nebo ovládání logických obvodů TTL, o svítících diodách ani nemluvě.

Obecně platí, že zapojení 555 jsou jednoduchá, se snadným sledováním činnosti jednotlivých částí obvodu. Poslední zmíněná vlastnost je velmi cenná především pro konstruktéra, který se s tímto obvodem seznamuje. Předpokládá to však znalost funkce jednotlivých částí integrovaného obvodu, který ostatně – jak vyznělo v úvodu – není nikterak složitý. Schématická značka se kreslí ve tvaru obdélníka, někdy na šířku nebo na výšku. Rozhoduje o tom celkové uspořádání ve schématu.

Ke správné představě o celkové činnosti obvodu nelze dojít jinak, než dobrou znalostí dílčích částí včetně jejich vzájemné součinnosti. Vztahy mezi sebou mají převážně určeny vnitřními vazbami. V menším měřítku, stejně jako s okolím, komunikují prostřednictvím pinů (viz. [2]).

### **1.5.2. Hlavní části integrovaného obvodu 555**

Z blokového schéma na obr. 1.9 je vidět, že v integrovaném obvodu se uplatnila společně analogová i digitální technika. Ústřední část tvoří R-S klopný obvod, k jehož vstupům jsou připojeny výstupy dvou komparátorů. Vstup R (reset) dostává signál z tzv. vypínacího neboli prahového komparátoru K1, ke vstupu S (set) přichází signál ze spínacího neboli spouštěcího komparátoru K2. Výrazy v závorce pocházejí z digitální techniky, kde „set“ znamená nastavení, zatímco „reset“ opak nastavení neboli zrušení nastavení. Dále následuje výstupní zesilovač VZ malého výkonu s komplementárními tranzistory. Je to invertující zesilovač, tzn. že z jeho výstupu odchází signál v opačné fázi, než s jakou přichází na vstup (viz. [2]).



Obr 1.9 Blokové schéma integrovaného obvodu 555. K1 je vypínací komparátor, K2 spouštěcí komparátor, R-S KO je klopný obvod, VZ výstupní zesilovač.

Kromě hlavních částí si vyžadují pozornosti i dva samostatné tranzistory, kterým je přidělena důležitá funkce. Především je to vybíjecí tranzistor  $T_{vyb}$ , který postrádá pracovní odpor a samostatný kolektor se nachází na pinu 7. Na bázi vstupuje signál z výstupu klopného obvodu, připojeného ke vstupu zesilovače. Tento tranzistor dokáže velmi rychle „vybit“ kondenzátor, připojený často k pinu 7. Stane se tak vždy, když se R-S KO překloupí do logické úrovně H. Tou se rozumí kladné napětí (alespoň 2,5 V), které se objeví na výstupu klopného obvodu. Připojená báze  $T_{vyb}$  (NPN) rychle reaguje a obvod kolektor – emitor se stane vodivým. Tím se vývod 7 dostane na stejnou napěťovou úroveň jako emitor, uzemní se. Samozřejmě uzemní i obvod, který je k němu připojen.

Další tranzistor  $T_{res}$  má samozřejmě vyvedenou bázi na pin 4, přičemž kolektor je uvnitř spojen s výstupem klopného obvodu neboli s buzením výkonového zesilovače. Protože se jedná o vodivost PNP otevírá se úrovní L. V našem případě to odpovídá např. prostému připojení báze k zemi, tj. k nulovému potenciálu. Tímto tranzistorem je tedy možné z venčí blokovat řídící signál koncového stupně. Ve vnitřním zapojení má přidělenou prioritu, což v praxi znamená, že svou činnost může uskutečnit kdykoliv. Proto se připojuje přímo nebo přes rezistor ke kladnému napájecímu napětí, čímž se zabrání hazardním stavům.

Komparátory v obvodu se zabývat nebudu. To je vysvětlování na jinou kapitolu, ale pro naše použití bude toto vysvětlení integrovaného obvodu 555 stačit (viz. [2]).

### 1.5.3. Základní druhy činností integrovaného obvodu 555

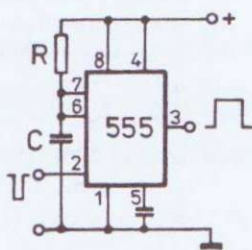
Přestože existuje mnoho různých variant zapojení s tímto obvodem, rozlišujeme tři základní typy.

- zapojení monostabilního obvodu
- zapojení astabilního obvodu
- zapojení „time delay“, neboli časovač se spožděním

### 1.5.4. Zapojení 555 jako monostabilní klopný obvod

Je to nejjednodušší zapojení tohoto integrovaného obvodu, protože ke své činnosti vyžaduje pouze dvě součástky (obr. 2.0), nepočítáme-li blokovací kondenzátor na pinu 5. Ten zapojíme vždy přestože se na vlastní činnosti nepodílí. Jedná se tedy o rezistor R a kondenzátor C. Jejich hodnoty budou rozhodovat o délce času, po který bude obvod pracovat.

Několik poznámek k celkovému zapojení. Napájecí napětí se přivádí k pinům 8 a 1. V nejjednodušším případě to bude plochá baterie jejíž kladný pól směřuje k pinu 8, záporný k pinu 1. Někdy místo o záporném pólu zdroje hovoříme o nulovém potenciálu nebo prostě o „zemi“. Integrovaný obvod se takto napájí vždy, tedy i ve všech dalších zapojeních. Ke kladnému napětí se zapojí i báze tranzistoru  $T_{res}$  na vstupu 4 (viz. [2]).



Obr 2.0 zapojení 555 jako monostabilní klopný obvod

Obvod je zapojen jako monostabilní klopný obvod tak, že úroveň L na vstupu 2 způsobí stav H na výstupu 3.

### 1.5.5. Zapojení 555 jako astabilní klopný obvod

Proti předchozímu zapojení přibude jeden rezistor a trochu odlišně se uspořádají vývody obvodu (obr. 2.1.) Kondenzátor C zůstal u vývodu 6, ale kladné napětí přichází nyní přes dva rezistory, nebo chcete-li přes rozdělený odpor  $R_A + R_B$ . Vybíjecí vývod 7 není spojen s vývodem 6, nýbrž je propojený se středem rozděleného odporu. Také spouštěcí vstup (2) již není samostatný, přiřadil se k vypínacímu vstupu (6). Takového uspořádání vývodů odpovídá nové funkci obvodu. Astabilní klopný obvod totiž patří mezi generátory, takže generuje – vyrábí kmity. Odpadá jakékoliv spouštění pomocí vývodů zvenku, jak tomu bylo u předchozího monostabilního obvodu. Astabilní obvod začne samostatně pracovat ihned po připojení napájecího napětí.

Došlo ke spojení vstupu spouštěcího a vypínacího, aby spouštění a vypínání probíhalo samostatně a opakovaně. Nabíjení kondenzátoru tu sledují oba vstupy společně. Zpočátku je časovací kondenzátor vybitý, a proto je spouštěcí vstup 2 na úrovni L. Klopný obvod R-S s výstupní úrovní L nezpůsobí otevření vybíjecího tranzistoru. Proto může začít nabíjení kondenzátoru přes  $R_A + R_B$ . Až přestoupí napětí na kondenzátoru hodnotu vypínacího napětí ( $2/3 U_{CC}$ ), dá o sobě vědět vypínací komparátor prostřednictvím vstupu 6. Výstup R-S KO se změní na H. Tím se otevře vybíjecí tranzistor, takže pin 7 je na nulovém potenciálu. Přes něj a přes odpor  $R_B$  se kondenzátor vybíjí. Napětí klesá až na  $1/3 U_{CC}$ , neboli na hodnotu spouštěcího napětí. Jakmile klesne pod tuto úroveň, přebírá roli vstup 2 spouštěcího komparátoru. Změnou úrovně na výstupu K2 se překlápí R-S klopný obvod, čímž jeho výstupní úroveň je znovu L a vybíjecí tranzistor se zavře. Přes  $R_A + R_B$  se kondenzátor nabíjí.

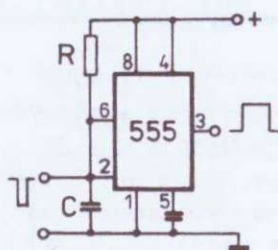
Celý cyklus se opakuje, jak jsme popsali. Takto pracuje generátor s pravoúhlým průběhem výstupního signálu. Kmitočet  $f$  přibližně vypočítáme

$$f = \frac{1,4}{(R_A + 2 \cdot R_B) \cdot C} \quad (12)$$

Změnou odporu  $R_A + R_B$  se změní tvar délky vodorovných ramen obdélníkového průběhu. Ze způsobu zapojení plyne, že kondenzátor se nabíjí pomaleji přes oba odpory (viz. [2]).

### 1.5.6. Zapojení jako „time delay“ – časovač se zpožděním

V tomto třetím základním zapojení zjišťujeme určitou podobnost s prvním, tj. monostabilním obvodem. Nicméně rozdíl tu je a týká se výstupu 7. Nemá tu přidělenou žádnou funkci. Další odlišnost spočívá ve společném spojení vývodu 2 a 6 (obr. 2.1). Takové spojení jsme poznali u předchozího typu zapojení.

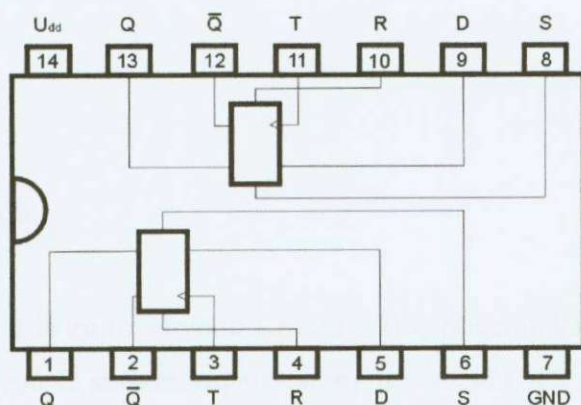


Obr 2.1 Zapojení 555 jako time delay – časovač se zpožděním. Pokud trvá úroveň L na vstupu 2-6, výstup 3 je na úrovni H.

Tento obvod pracuje jednoduše. Připojením napájecího napětí se přes odpor R začne nabíjet kondenzátor C. Na výstupu zesilovače (3) se ihned objeví úroveň H a trvá po celou dobu nabíjení kondenzátoru. V okamžiku, kdy napětí na kondenzátoru dosáhne referenčního prahového napětí komparátoru K1, projeví se funkce vstupu 6. Napětí na kondenzátoru sice dále stoupá, avšak komparátor se překlopí a s ním R-S KO. Výstup zesilovače následně změní úroveň na L. Na této úrovni setrvá do doby než se ke spojeným vstupům 2-6 dostane úroveň blízká nulové úrovni. Jestliže vstupy 2-6 uzemníme, kondenzátor se vybije. Přitom na výstupu zesilovače (3) se jako vždy ihned změní úroveň na H. Ve vybitém stavu zůstane tak dlouho, dokud zkrat na vstupech trvá. Po uvolnění vstupů 2-6 se kondenzátor začne nabíjet přes odpor R. Jinak se však nic neděje, a co je důležité – výstupní úroveň H se nezmění. Platí to až do doby, kdy napětí na kondenzátoru dostoupí nebo převýší prahové napětí vypínacího komparátoru. K1 změní výstupní úroveň, R-S KO rovněž a následně i výstup zesilovače na pinu 3. Vráti se tam původní úroveň L. V tomto klidovém stavu se opět čeká na záporný impuls nebo na uzemnění vstupů 2,6 (viz. [2]).

## 1.6. CMOS 4013

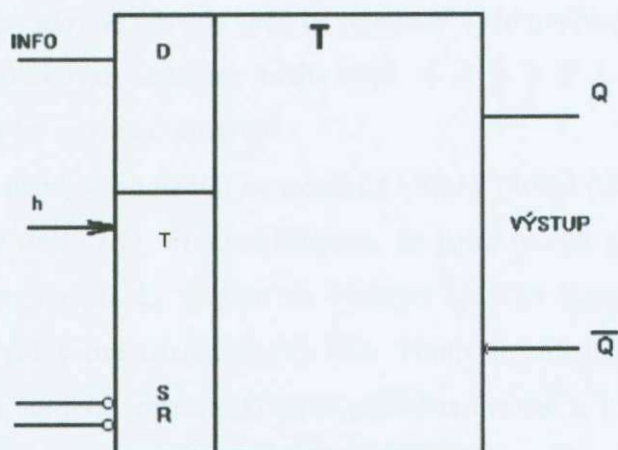
CMOS 4013 je složen ze dvou klopných obvodů typu D. Integrovaný obvod je vyroben technologií CMOS a je velmi háklivý na statickou elektřinu, která jej může zničit. Proto se snažíme s ním manipulovat opatrně (viz. [12]).



Obr 2.2 CMOS 4013 a jeho uspořádání pinů.

### 1.6.1 Klopný obvod typu D

Je to synchronní obvod se dvěma stabilními stavy. Reaguje na nástupní hranu hodinového impulsu. Je vybaven vstupy pro nastavení - S a nulování - R na hodinových impulsích, které jsou nezávislé. Informace přichází na vstup D, hodinové impulsy na vstup C (viz. [12]).



Obr. 2.3 Klopný obvod typu D

## 2. Návrh zařízení

V předešlých kapitolách jsme se seznámili se součástkami, které jsou použity v bezpečnostním systému a nyní si ukážeme jak jsou tyto komponenty propojeny a jakou mají funkci v obvodu.

Bezpečnostní zařízení se skládá ze dvou obvodů:

- kódový zámek
- alarm

### 2.1. Kódový zámek

Kódový zámek se skládá ze tří obvodů CMOS 4013, přičemž každé pouzdro obsahuje dva klopné obvody typu D se samotnými vstupy nastavení (SET) a nulování (RESET). Zapojení obsahuje dva indikátory stavu zámku, červená LED svítí pokud je zámek zablokovaný. Zadáme-li správnou kombinaci, rozsvítí se zelená LED a tranzistor se otevře a napájí obvod „alarm“ který se tak stane aktivním.

#### 2.1.1. Popis zapojení

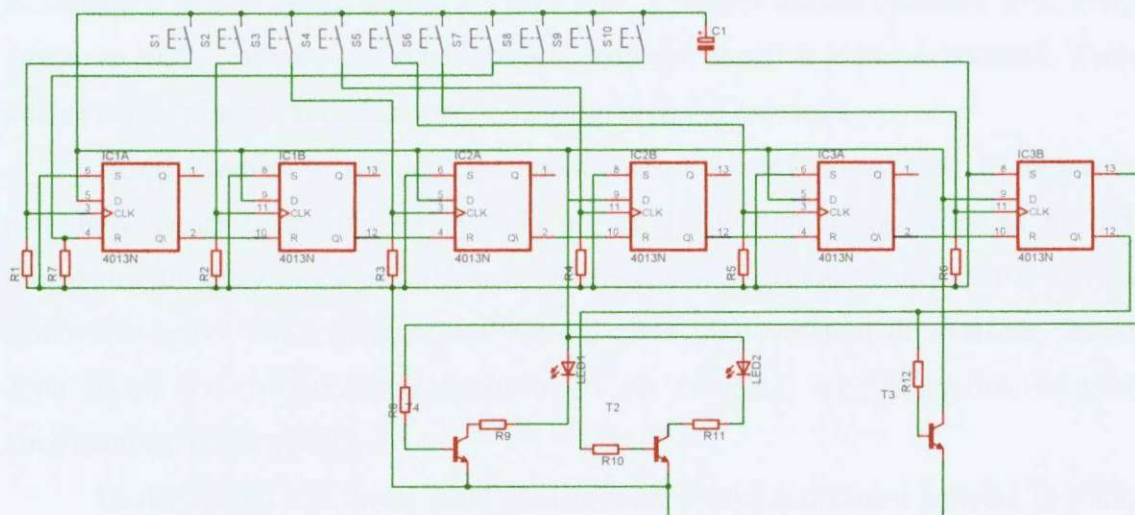
Klopné obvody jsou zapojeny tak, že v klidu signál na výstupu klopného obvodu blokuje následující klopný obvod. Je to proto, aby se vyloučila možnost zadat správnou číselnou kombinaci (kódu) v jiném pořadí, než jako se přejeme. Např. správný kód bude 1 2 3 4 5 6. Pokud by klopné obvody nebyly zapojeny výše uvedeným způsobem mohli bychom zámek odblokovat zadáním kódu např. 6 5 4 3 2 1. To je samozřejmě nežádoucí a zvětšilo by se riziko otevření.

Po připojení napájecího napětí se vynuluje klopný obvod (dále již jen KO) IC1A a následně všechny další KO. Předpokládejme, že jsme obvod připojili k napětí. Na výstup QIC1A bude logická L. Ovšem na výstupu Q\IC1A bude úroveň H, která je přivedena na nulovací vstup následujícího KO. Tímto signálem je IC1B zablokován k jakékoli činnosti a na jeho výstupu Q bude zajištěna úroveň L a na výstupu Q\ bude zase stav H, což zajistí stejným způsobem stavy výstupů klopného obvodu IC2A.

Úplně stejným způsobem se zablokuje ostatní klopné obvody. Takže na posledním KO IC3B bude samozřejmě na výstupu také úroveň L, kterou nemůže být

sepnut tranzistor T4, který signalizuje odemčení (zelená LED). Tranzistory T2 a T3 jsou sepnuty, protože na výstupu QIC3B je úroveň H a červená led svítí, tak i tranzistor T3 napájí obvod „alarm“, který je tak v aktivním stavu. Tomuto stavu, který jsem popsal budeme říkat aktivní stav.

Ted' přistoupíme k zadání kódu. Náš správný kód bude např. 1 2 3 4 5 6 (ten je zakreslený v schématu obr. 2.4). Stiskneme tlačítko S1, které představuje první číslo kódu – v našem případě číslo 1. Tím jsme přivedli na hodinový vstup C IC1A náběžnou hranu hodinového impulsu a KO své výstupy překlopí do opačných stavů. To je způsobeno „přepsáním“ úrovně H na vstupu D na výstup KO. Na výstupu Q IC1A je teď úroveň H a na Q\ IC1A je úroveň L. Klopný obvod IC1B již není blokován, protože na jeho vstupu RESET je úroveň L. To umožní, aby IC1B zareagoval na přivedení dalšího hodinového impulsu (neboli dalšího čísla kódu, v našem případě čísla 2), tj. na stisknutí tlačítka S2. Tímto impulsem se opět překlopí výstupy Q a Q\ IC1B do opačného stavu, než v jakém byly v případě aktivního stavu zařízení. Klopný obvod IC2A se odblokuje a umožní přijmutí hodinového impulsu, který přivedeme stisknutím tlačítka S3, neboli dalšího čísla kódu.



Obr 2.4 Zapojení kódového zámku

Naprosto stejným způsobem pracují i ostatní KO v pořadí zadávaného kódu. Navolíme-li celý kód 1 2 3 4 5 6 správně, tak se překlopí i polední KO IC3B. Signálem z výstupu Q, kde bude po překlopení úroveň H se sepne tranzistor T4, který rozsvítí LED2, který nám oznámí, že jsme zadali kód správně. Tranzistory T2 a T3 budou

v klidovém (rozepnutém) stavu. Tím LED2 nesvítí a obvod „alarm“, který je napájen T3 je nyní bez napájení a tím je celé zařízení v neaktivním stavu. Po zmáčknutí tlačítka S7-S10, které představují reset, přejde celé zařízení do aktivního stavu.

Pokud bychom během volby kódu stiskli jiné číslo, než které obsahuje kód, tedy v našem případě čísla 7 8 9 nebo 0, okamžitě se celé zařízení resetuje a přechází do aktivního stavu. Změnit kód můžeme připojením „hodinových“ vstupů na jiná tlačítka, která zastupují příslušná čísla nového kódu (viz. [5]).

## **2.2. Alarm**

První část zařízení byla kódový zámek a teď se půjdeme podrobně podívat na druhou část obvodu. Podrobně se podíváme jak je obvod „alarm“ konstruován.

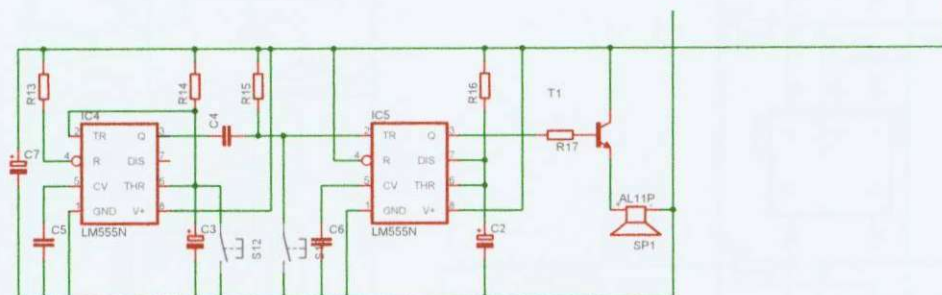
### **2.2.1 Popis zapojení**

Když je kódový zámek v aktivním stavu tak, se přes T3 přivede k časovačům napájecí napětí. Časovač IC4 je zapojen jako „time delay“. Časovací kondenzátor C3 je tu v klidovém stavu zkratovaný spínačem S12. Na výstupu je přitom úroveň H. Rozepnutím S12 se začne nabíjet C3 přes R13. Výstupní úroveň zpočátku trvá, avšak změní se na L, jakmile na kondenzátoru dostoupí napětí k prahové hodnotě. Tento pokles napětí přenesení kondenzátor C4 na vstup druhého časovače.

Druhý časovač je zapojen jako monostabilní Klopný obvod tzn., že na vstupu přivedený signál L způsobí na výstupu úroveň H. Výstup IC5 je připojen na bázi tranzistoru T1 který sepne při úrovni H. Na tranzistor je připojena siréna SP1, která je aktivována právě tímto tranzistorem. Obvod takto hlásí vniknutí do systému. Avšak dobu jakou trvá nabíjení kondenzátoru C3 po rozepnutí S12 nastavíme velikostí kondenzátoru podle potřeby.

Druhý spínač S13, který bude představovat svorky indikátoru pohybu, je přímo připojen na úroveň L a při jeho sepnutí se okamžitě výstup časovače IC5 překlopí na úroveň H a tím jsme dosáhli už zmíněného stavu, který hlásí vniknutí do střeženého objektu. Vypnutí stavu porušení dokáže jen osoba, která zná kód na kódovém zámku a při navolení kódu se tranzistor T3 uzavře, a tím je obvod po přerušení napětí vyřazen z provozu.

Spínač S12 se může umístit do dveří kterými se vstupuje do objektu a při vniknutí povolane osoby se rozeprnou kontakty, a tím začne alarm hlásit vniknutí, ale jen za takovou dobu, než se nabije kondenzátor C3 a to je doba kdy, mi musíme navolit kód, a proto doporučuji klávesnici umístit co nejbliže ke vstupním dveřím. Schéma alarmu je zobrazeno na obr. 2.5



Obr. 2.5 Schéma druhé části obvodu „alarm“

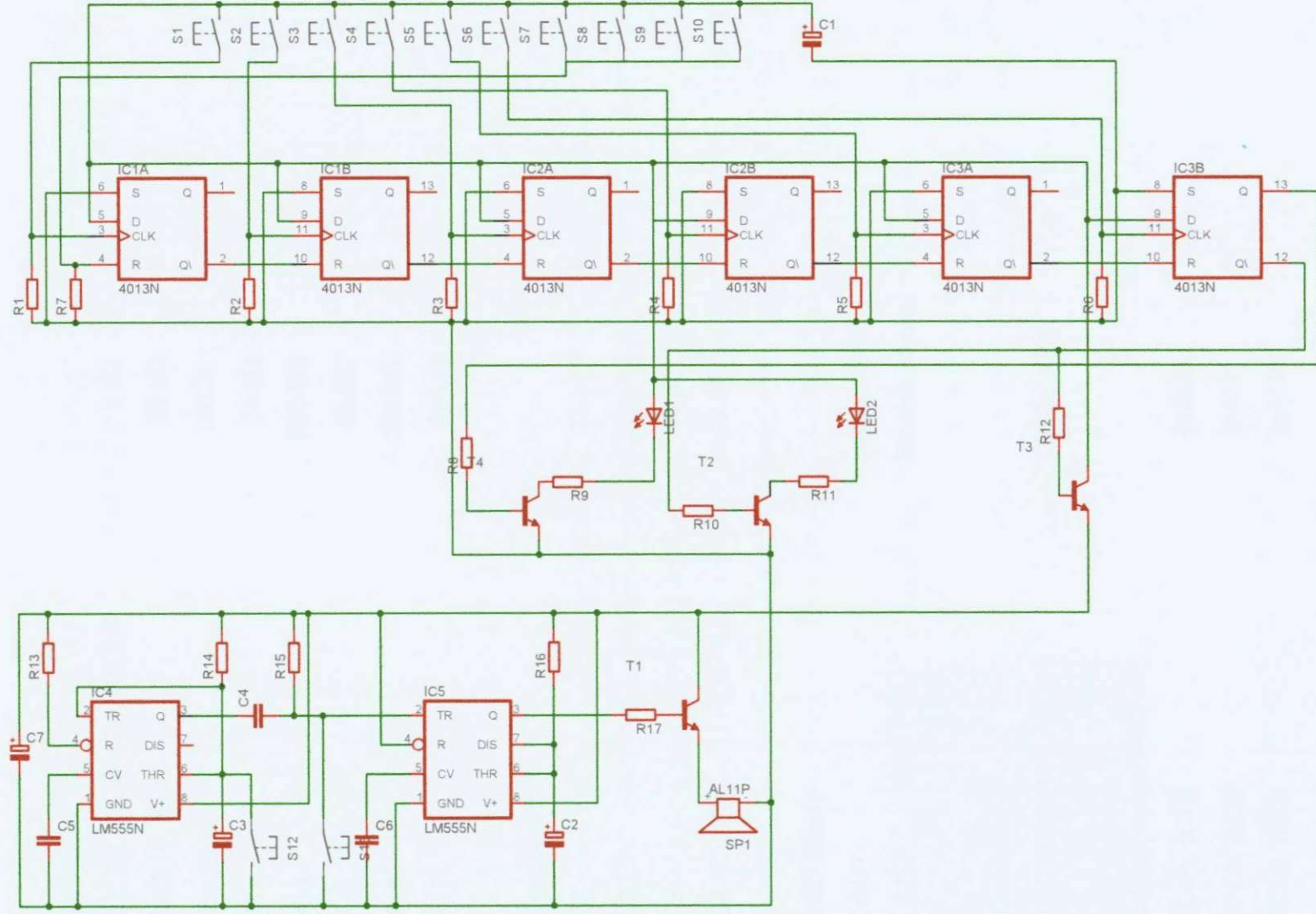
Při připojení více spínačů, pro ochranu více míst, se musí spínač S12 a S13 připojovat paralelně, aby při poruše jakéhokoli spínače hned systém hlásil vniknutí do objektu (viz. [2]).

## 2.3. Celkové schéma bezpečnostního systému

Vysvětlovali jsme si funkci každého obvodu zvlášť a nyní si ukážeme, jak schéma bude vypadat vcelku. Výstup z kódového zámku se jednoduše připojí ke vstupu alarmu, ale musíme si dát pozor na polaritu. Jinak by obvod vykazoval špatnou funkci. Výstup kódového zámku je tranzistor T3, a ten připojíme na + obvodu alarmu. Tranzistory T4 a T2 představují výstup, který se připojí na alarm s opačnou polaritou.

Pokud budeme připojovat na tranzistor T1 sirénu s velkým proudovým odběrem, je třeba připojit tranzistor s větší proudovou zatížitelností. Tranzistor volíme podle příkonu sirény.

Celkové schéma je nakresleno na celý nový list kvůli přehledu. Schéma je na obrázku 2.6 na další stránce.



Obr. 2.6 Schéma celkového bezpečnostního systému

### 2.3.1 Seznam použitých součástek

#### Rezistory

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 | 1 k $\Omega$   |
| R8, R10, R12               | 39 k $\Omega$  |
| R9, R11                    | 100 $\Omega$   |
| R13                        | 24 k $\Omega$  |
| R14                        | 500 k $\Omega$ |
| R15                        | 22 k $\Omega$  |
| R16                        | 330 k $\Omega$ |
| R17                        | 36 k $\Omega$  |

#### Kondenzátory

|            |             |
|------------|-------------|
| C1         | 22 $\mu$ F  |
| C2, C7     | 220 $\mu$ F |
| C3         | 10 $\mu$ F  |
| C4, C5, C6 | 10 nF       |

#### LED Diody

|      |               |
|------|---------------|
| LED1 | zelená / 5mm  |
| LED2 | červená / 5mm |

#### Tranzistory

|                |            |
|----------------|------------|
| T1, T2, T3, T4 | TO92 / NPN |
|----------------|------------|

#### Integrované obvody

|            |        |
|------------|--------|
| IC1A, IC1B | 1x4013 |
| IC2A, IC2B | 1x4013 |
| IC3A, IC3B | 1x4013 |
| IC4        | 1x555  |
| IC5        | 1x555  |

## Spínače

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10

S12

magnetický kontakt (viz kapitola 2.3.2.)

S13

indikátor pohybu (viz. kapitola 2.3.3.)

## Siréna

SP1

(viz. kapitola 2.3.4.)

## Napájecí zdroj

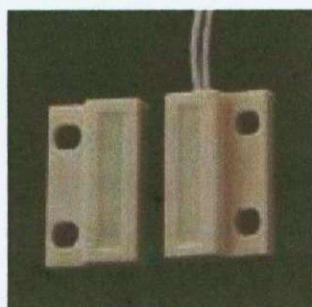
Trafo

230 / 9 V max. 5 mA

### 2.3.2 Magnetický kontakt do dveří

Nejjednodušším snímačem je magnetický kontakt pro kontrolu uzavření dveří nebo oken. Skládá se z permanentního magnetu, zataveného zpravidla do plastového výlisku a nalepeného na dveřích nebo na okně, a z jazýčkového relé v plastovém výlisku, které se umístí na rám okna nebo dveří, případně připevněného do rámu dveří nebo okna. Dražší magnetické kontakty využívají polarizace magnetického pole k tomu, aby je nebylo možné zablokovat například přiložením cizího magnetu (viz. [7]).

Např.



Magnetické kontakty MS 11S – Dvoudrátový magnetický kontakt s pracovní vzdálností 15 – 20 mm, bílé provedení, drátové vývody. Prodává DSTECHNIK za cca 100,-

### 2.3.3 Detektor pohybu

Zde můžeme použít jakýkoli detektor pohybu, který nám nabízí trh. Nejpoužívanějšími detektory pohybu jsou pasivní infračervené detektory, označované jako PIR. Tyto detektory pohybu využívají skutečnosti, že každé těleso s určitou teplotou vyzařuje vlnění v infračerveném pásmu, které odpovídá teplotě tělesa. Snímací prvek

zaznamenává změny záření, které na něj dopadá a elektronika detektoru pak tyto změny vyhodnotí a případně vyvolá poplach.

Další používané detektory pohybu pracují na principu radaru. Zjednodušeně řečeno vysílají signál o určité frekvenci a přijímají jeho odraz od stěn sledovaného prostoru. Pokud dojde k odchylce frekvence, je vyhlášen poplach. Jsou to buď detektory ultrazvukové, které pracují nad pásmem slyšitelným pro člověka, ale některá zvířata je slyšet mohou, nebo detektory mikrovlnné.

**Ultrazvukové detektory** se nesmí instalovat za závěsy, nad topná tělesa, v blízkosti zdrojů zvuku se širokým kmitočtovým spektrem (třeba blízko telefonu) a podobně.

**Mikrovlnné detektory** pracují v pásmu 1 až 10GHz a protože mikrovlny pronikají například sklem, tenkými stěnami a podobně, může dojít při nevhodné montáži k aktivaci detektoru i při pohybu mimo střežený prostor. U obou detektorů nemůže být v jednom střeženém prostoru použito více detektorů, pokud nejsou vzájemně synchronizovány, nebo nepracují-li mikrovlnné detektory na různých frekvencích. U obou typů detektorů by měl být pravděpodobný směr pohybu narušitele k detektoru nebo od detektoru.

U nejrozšířenějších infrapasivních detektorů pohybu je vždy nutné brát v úvahu, že nevidíte-li vy detektor, nevidí ani detektor vás! Je tedy velice nevhodné před detektor pohybu umístit třeba vázu, sochu, květinu anebo pověsit si na detektor slaměný klobouk jako ozdobu (viz. [7]).

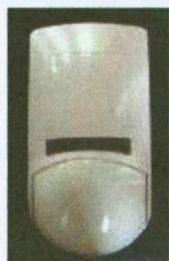
Při výběru detektoru je rozhodující poměr cena/výkon. Zde uvedu pár příkladů od nejlevnějších až po nákladné.

Pro nenáročné:



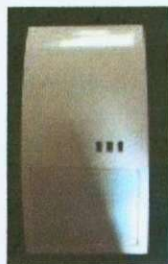
PIR 64 – Pasivní infračervený detektor. Indikuje pohyb vnitřních hlídaných prostor. Napájecí napětí 12V, detekce 120°/12m. Prodává ho DSTECHNIK za cca 400,-

Střední proud:



PIR 150MW – Duální PIR + mikrovlnný. Indikuje pohyb v Hlídaném prostoru, vysoká spolehlivost a citlivost. Napájecí napětí 12V. Prodej v DSTECHNIK za cca 1200,-

Pro náročné:



PIR 800MW - Tento PIR /MW inteligentní komplexní detektor s mikroprocesorovým 8-bitový mikroprocesor s pokročilým algoritmem rozpoznání skutečného pohybu narušitele od náhodných poruch. Nap. 12 V. Prodej DSTECHNIK za cca 2000,-

#### 2.3.4 Sirény

Je běžné, že v případě poplachu se rozezvučí sirény. Vnitřní siréna má za úkol znepříjemnit zloději pobyt ve střeženém domě, stresovat ho a přispět k tomu, aby utekl. Venkovní siréna upozorňuje okolí na skutečnost, že se ve vašem domě něco děje. Měla by být opatřena blikajícím světlem, protože pokud je v jednom místě více sirén, bývá obtížné jenom podle zvuku zjistit, která z nich vlastně houká.

Vnitřní siréna:



AS 1 – Akustická signalizace založena na Piezoelektickém Reproduktoru. Napájecí napětí 12/24 V. Prodává DSTECHNIK za 300,-

Venkovní siréna:



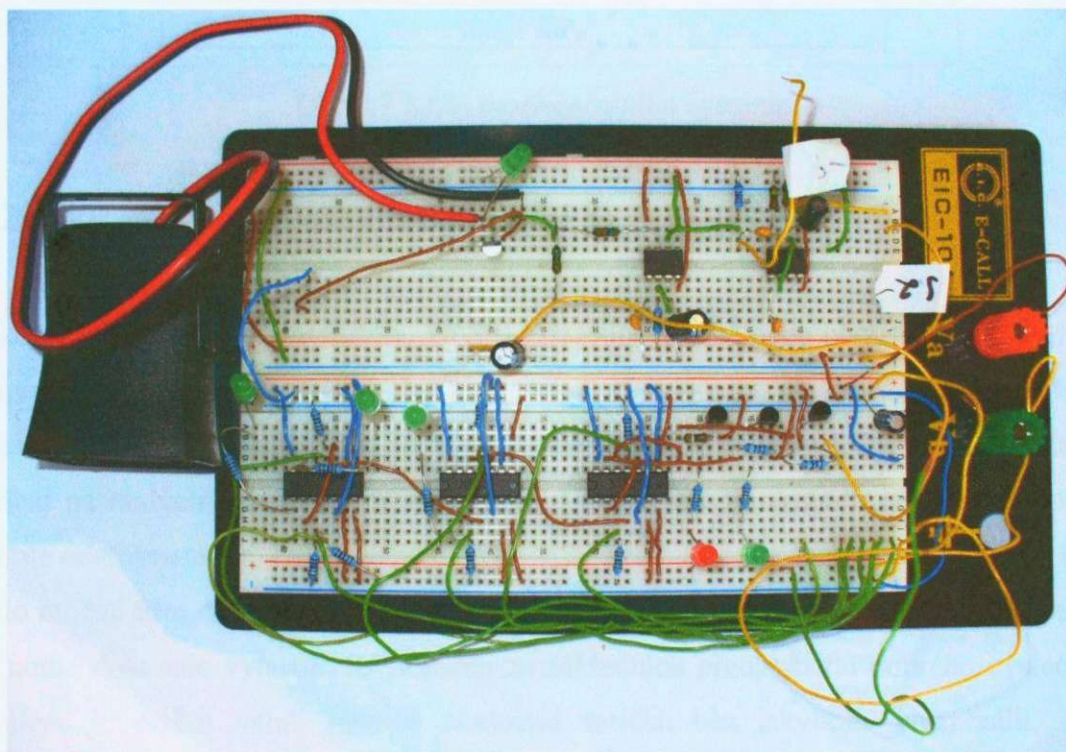
SL 200 – Venkovní akustická siréna o výkonu 112 dB. Napájení 12V/20W. Prodává DSTECHNIK za 450,-

### 2.3.5. Oživení na nepájivém kontaktním poli

Nepájivé kontaktní poje je velmi šikovná pomůcka pro amatéry. Pěkně se na něm člověk naučí konstruovat a zapojovat podle schématu a může kdykoli a rychle zaměňovat součástky podle potřeby a případné chyby v zapojení hned odstranit.

Pro vyzkoušení je třeba sestavit obvod podle schématu (obr 2.6) na nepájivé kontaktní pole (obr. 2.7). Po zapojení je třeba připojit čidlo a sirénu. Na závěr můžeme připojit napájecí napětí 9 V. Při prvním spuštění by měla svítit červená LED. Pokud tomu tak není zkusíme stisknout tlačítko „reset“. Jestliže stále nesvítí musíme překontrolovat zapojení. Po stisknutí šestice tlačítek za sebou se musí rozsvítit zelená LED. Pokud LED svítí jak jsem již popsal Obvod „kódový zámek funguje“

Nyní nastavíme obvod do stavu „aktivní“ (svítí červená LED) a vyzkoušíme obvod „alarm“. Pro vyzkoušení místo čidla postačí obyčejný spínač. Obvod je v aktivním stavu. Sepneme tlačítko S12 a siréna hlásí asi tak 1s narušení systému. Tlačítko S13 musí být stále sepnuté a po rozpojení asi tak za 10 s musí opět siréna hlásit porušení aktivního stavu. Jestliže vše funguje, jak jsem popsal obvod je správně zapojen.

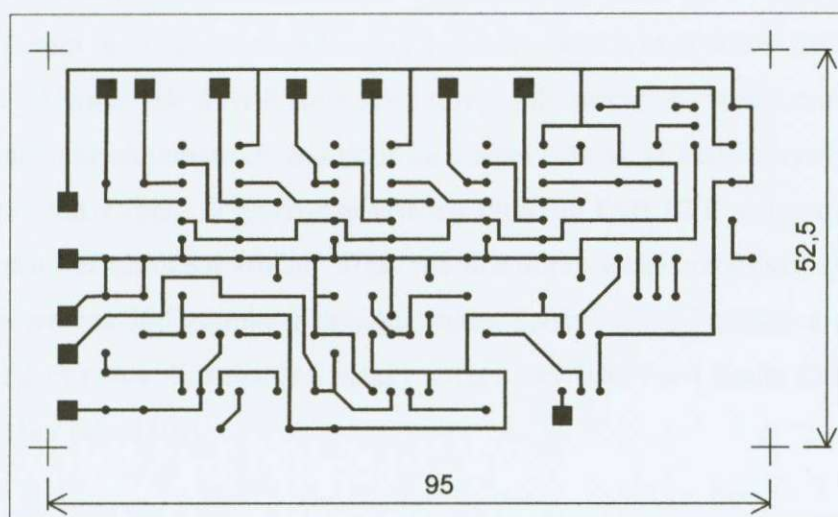


*Obr 2.6 sestavený obvod na nepájivém kontaktním poli*

### 3. Konstrukční řešení

#### 3.1. Výroba klišé

Nejprve si vyrobíme klišé pro osvětlení DPS. Nejlépe je použít Laserovou tiskárnu a klišé vytisknout na fólii. Klišé se na fólii vytiskne tak, aby se potištěnou stranou přitisklo na měď. Kdyby byl obraz DPS o tloušťku fólie nad deskou, byly by okraje výsledných spojů rozostřené a podleptané. Klišé je na obrázku 2.7 v poměru 1:1.



Obr 2.7 Klišé bezpečnostního systému

#### 3.2. Výroba desky plošných spojů (DPS)

Jako základní materiál pro výrobu DPS slouží jednostranně nebo oboustranně plátované kuprexitové desky. Příprava desky k nastříkání není složitá, ale důležitá. Odstříhneme desku na všech stranách o cca 5mm větší než skutečná velikost DPS. Desku můžeme stříhat na malých pákových nůžkách. Pokud má deska na okrajích otřepy či nerovné okraje odstříhneme je. Deska musí být co nejlépe rovná bez prohnutí či otřepů, aby k ní bylo možné film s obrazem DPS dokonale po celé ploše přitisknout. Odstřiženou desku je nutné dokonale vyčistit. To je jeden ze základních předpokladů dobrého výsledku. Nejlépe je použít velmi jemnou ocelovou vatičku bez jakýkoliv chemikálií. Tou vyleštíme měděnou vrstvu desky do zrcadlového lesku. Po vyleštění povrch mědi

otřeme měkkým čistým hadříkem, který nepouští chlupy. Pak již samozřejmě na desku nesmíme sahat, nechali by jsme mastné otisky.

Nyní máme připravenou DPS a klišé na fólii. Přiložíme klišé na stranu součástek a nějakým důlčíkem nebo špičatým hrotem uděláme body do desky kde mají být díry pro vrtání. Nyní se pustíme do vrtání. (viz. [10]).

### **3.3.1. Vrtání**

Většinu děr pro běžné součástky vrtám vrtákem 0,8mm. Bohužel běžné vrtáky vydrží velmi málo – desítky děr. Tvrdokovové vydrží o něco déle, ale neodpovídá to jejich ceně. Před časem jsem koupil tvrdokovový kopinatý vrták a to je hotový zázrak. Vyvrtal jsem s ním již tisíce děr a vrtá stále jako nový. Ale pozor! K vrtání musíte používat kvalitní vrtačku se stojanem. Nesmí dojít ke chvění – vrták je velmi pevný, ale křehký. Nezkoušejte vrtat v ruce. Já používám vrtačku Proxxon FSB 12/E a stojan. Pak můžete bezpečně vrtat bez ohrožení vrtáku. Vrták má sice doporučené otáčky cca 20 000ot/min, ale já vrtám jen cca 5000ot/min. Kopinaté vrtáky dodává firma Proxxon a v katalogu je má i GES Electronics. Kopinatými vrtáky vrtám díry 0,8, 1 a 1,2mm. Ostatní díry již běžnými vrtáky (viz. [10]).

### **3.3.2. Rýsování fixou na DPS**

Máme vyvrtané díry do DPS. Otočíme DPS na stranu kde je měď a také folii otočíme zrcadlově. Nyní spojíme podle schématu vyvrtané díry fixou. Zpravidla kde je nanesena vrstva od fixi se měď nevyleptá a tím nám na DPS zůstanou měděné spoje, které jsou přesně podle schématu. Když máme narýsováno, můžeme leptat.

### **3.3.3. Leptání**

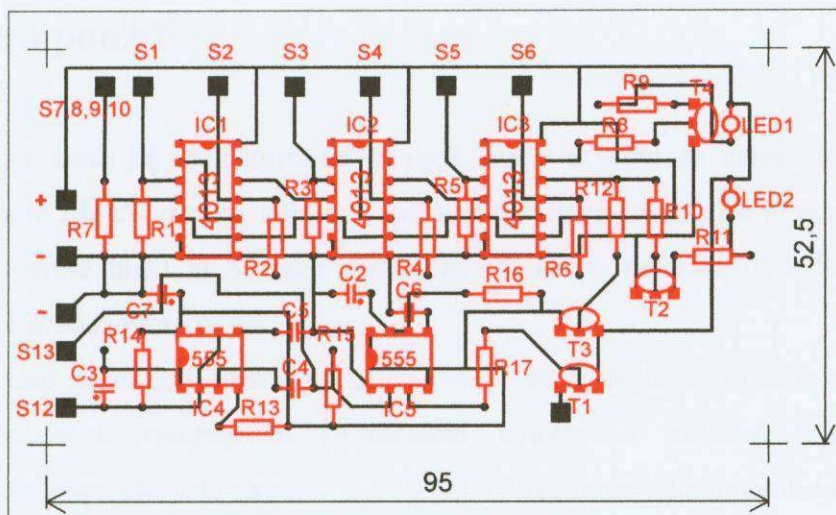
Jakmile máme předlohu narýsovanou na kuprexu, můžeme přistoupit k vlastnímu leptání. V zásadě jsou 2 sloučeniny, které nám umožní vlastní vyleptání. Jsou to chlorid železitý a kyselina chlorovodíková + peroxid vodíku. Zmíním se o obou, jejich kladech a záporech:

**chlorid železitý** - je možno zakoupit v některé z prodejen elektrotechnických součástek, jedná se o hnědý roztok, který zanechává skvrny na všem, co jím potřísníme, takže buďte opatrní a pracujte raději někde v dílně (případně využijte igelitový ubrus + noviny). Chlorid železitý lze použít opakovaně, a to mnohé přesvědčí o tom, že je lepší. Má však i záporné vlastnosti: postupem času se "zanáší" odleptanou mědí, čímž ztrácí na účinnosti a leptání trvá čím dál delší dobu. I zcela čerstvý chlorid železitý leptá výrazně pomaleji než kyselina.

**kyselina chlorovodíková (=solná) + peroxid vodíku** - obě tyto sloučeniny zakoupíme v drogerii - kyselina chlorovodíková má 30 nebo 33%, peroxid vodíku by měl mít 30%. Směs připravíme takto: hondě peroxidu a do toho jenom trochu kyseliny (čím se dá více, tím agresivnější je směs). V návodech jinde na Internetu se používá peroxid 5% z lékárny a míchá se v poměru 2:1 (peroxid, kyselina). S tímto nemám zkušenosti, ale pokud se takto namíchá silnější peroxid, nezbude vám z nakresleného motivu vůbec nic. Do nádoby lijeme vždy kyselinu do peroxidu, nikdy ne obráceně. Takto připravená směs je použitelná cca 4hodiny (směs postupně ztrácí na agresivitě, takže je třeba namíchat a hned leptat). Směsi připravujeme jen množství nutné pro ponoření desky. Leptání trvá poměrně dost krátkou dobu (cca 2min, podle množství leptané mědi a množství kyseliny). Při leptání kyselinou si hlavně dávejte pozor na místa, kde se odleptává příliš mnoho mědi - kyselina zde reaguje rychleji a je nebezpečí odleptání blízkých zakrytých cest (viz. [10]).

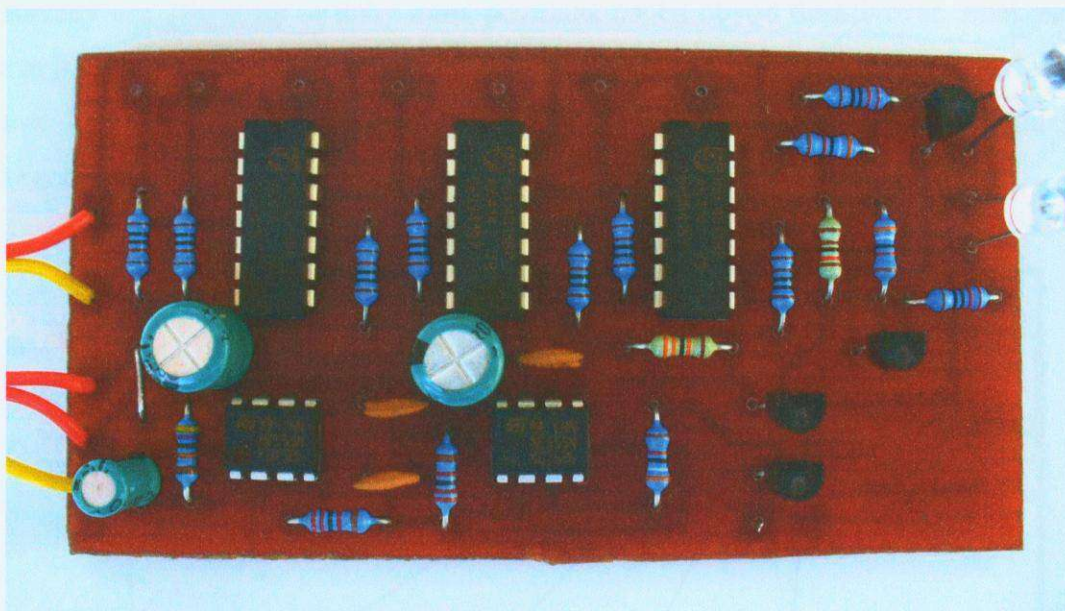
### 3.4. Osazení a pájení

Podle osazovacího plánu zapájíme nejprve pasivní součástky (rezistory, diody a kondenzátory) dále tranzistor a nakonec integrovaný obvod. Pájet doporučuji pájkou Sn60Pb o průměru 1mm mikropájkou na teplotu asi 240°C. Hrot přiložíme k pájecí plošce tak, aby se teplo přenášelo na pájecí plošku i vývod pájené součástky. Po přiložení pájky se rozlije po celém ostrůvku. Spoj musí být lesklý a po celé plošce. Nakonec připájíme nějaké napájecí vodiče. Osazení součástek vidíme na obrázku 2.8.



*Obr 2.8 Rozmístění součástek*

Hotový obvod bez klávesnice a bez čidla vypadá asi takto: (obr 2.9)



*Obr 2.9 Reálné osazení součástek*

### 3.5. Usazení do krabičky

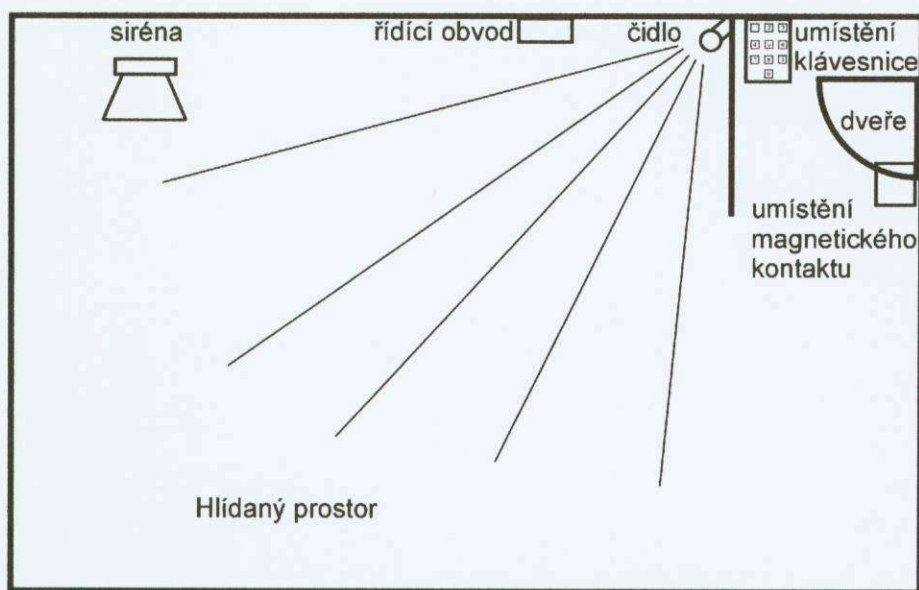
Krabičku je vhodné volit co nejmenší, aby ji vetřelec nepozoroval. Musí se nám však plošný spoj do ní vejít. Plošný spoj přichytíme šroubkem o průměru 5 mm. Do krabičky vyvrtáme 2 dírky pro usazení LED diod o průměru 5 mm. Ze strany vyřízneme otvor pro vodiče vedoucí ke klávesnici, čidlu a k siréně. Vzdálenosti vodičů nechám na každém z vás, protože to záleží na tom, kde zařízení bude pracovat. Ještě je třeba udělat otvor pro napájecí vodiče vedoucí od transformátoru, který bude zapojen v zásuvce 230V.

## 4. Způsob použití

Obvod, který jsme již zkonstruovali je nyní hotov a proto se nebráníme jej použít v praxi. Máme zde klávesnici, zařízení, čidlo, magnetické kontakty a sirénu. Klávesnici nejlépe pověsíme hned za vstupní dveře, aby bylo co nejdříve obvod deaktivovat. Samozřejmě příslušným kódem.

Zařízení řídící celý obvod je nejlépe ukryt na co nejlepším místě, aby nemohlo dojít neoprávněně vstupujícím pachatelem k destrukci zařízení. Napájení tzn. transformátor který převede napětí z 220 V na 9 V se musí také umístit na nepřístupné místo kvůli neoprávněnému zneškodnění systému a pak následnému proniknutí do hlídaného prostoru.

Magnetický kontakt se umístí na vstupní dveře, který má samozřejmě zpoždění nastavený cca 10s, a do té doby musí povolaná osoba obvod deaktivovat. Jinak začne alarm hlásit neoprávněný vstup. Doba se dá nastavit, a proto je nejlépe když se doba po kterou se musí navolit kód, bude co nejkratší. Tím se zmenší riziko nežádoucímu nabourání do systému.



*Obr 3.0 příklad použití bezpečnostního systému*

Detektor pohybu (čidlo) se umístí na vhodné místo, aby byl hlídán prostor jedné místnosti, čidlo nesmí detekovat pohyb v prostoru klávesnice, protože čidlo reaguje během 1 vteřiny, a tak by nebylo možné oprávněně deaktivovat obvod při vstupu do

hlídaného prostoru. Pokud bychom chtěli hlídat více než jednu místnost, zapojíme paralelně další čidla a umístíme do dalších místností. Pak při detekci pohybu jen jediného čidla přejde obvod do stavu narušení a začne hlásit vniknutí.

Příklad zapojení vyrobeného jednoduchého systému je na obr. 3.0. Propojení mezi jednotlivými komponenty je vodičem, který se musí co nejlépe ukrýt, aby nežádoucí host nemohl deaktivovat systém neoprávněně.

Umístění sirény závisí na tom, jestli chceme sirému venkovní nebo jenom vnitřní. Vnitřní umístění musí být takové, aby siréna byla hlídána příslušným čidlem kvůli destrukci neoprávněným pachatelem. Venkovní siréna by měla být na místě špatně dostupném a kolem ní by měl být nainstalován kovový rám.

Samozřejmě další zapojení nechám na každém konstruktérovi. Jestli dodržíme základní postupy zapojení neměl by laik zloděj bez spuštění poplašného zařízení vniknout do hlídaného prostoru.

## **Závěr**

Cílem této práce je se naučit a pochopit princip některých elektrických součástek v praxi. Seznámit se s konstrukcí a výrobou elektronických obvodů a používat tyto obvody v běžném životě. Chci ukázat, že existují i méně nákladné způsoby jak si zabezpečit nehlídaný prostor.

Dnešní elektronické obvody jsou pro obyčejného člověka tabu, a když se mu nějaké zařízení poškodí musí hned do servisu nebo jej vyhodit. Když se seznámí s výrobou tohoto obvodu, tak si výrobek bez problémů opraví sám a v podstatě bez nákladů, protože vymění jen určitou součástku a ne celý obvod, jak již dnes bývá zvykem.

## Literatura – použitá

- [1] Jan Vobecký, Vít Záhlava: Elektronika, Druhé rozšířené vydání Praha 2001, ISBN 80-7169-884-9
- [2] Václav Malina: Poznáváme elektroniku III, České Budějovice 1999, ISBN 80-85828-87-1
- [3] Václav Malina: Poznáváme elektroniku I, České Budějovice 1995, ISBN 80-85828-25-1
- [4] O. Limann, H Pelka: Elektronika bez Balastu, Bratislava 1990, ISBN 80-05-00643-8
- [5] A Radio: Praktická elektronika, číslo 9, Ročník II, 1999,
- [6] <http://www.siemens.cz>
- [7] <http://www.acces.cz>
- [8] <http://www.dstechnik.cz>
- [9] <http://www.georgeb.wz.cz>
- [10] <http://lubos.lipinsky.cz>
- [11] <http://www.ektrika.cz>
- [12] <http://www.ges.cz/katalogpdf.htm>

## **Anotace**

Diplomová práce je zaměřena na rozbor jednotlivých elementárních prvků a jejich použití v obvodu. Zabývá se návrhem a konstrukcí jednoduchého bezpečnostního systému a stručným popisem funkcí jednotlivých částí obvodu. Rovněž jsou popsány jednotlivé detektory pohybu a čidla. Najdete také zde doporučení na jednotlivé hlásiče a sirény.

## **Convergence**

Diploma work is specialized in analysis single elemental components and their applications in circuit. It deal with design and construction of simple security system and functions of each parts of electronic circuit are shortly described. Also the various motion detectors and sensors are described. You can find here references for several fireboxes and sirens too.