MAGNETICKÉ KONTAKTY – TESTOVANIE SPOĽAHLIVOSTI

Milan Kutaj [1], Andrej Veľas [2]

ABSTRAKT
Článok popisuje princíp činnosti magnetických kontaktov, ich miesto pri zabezpečení objektov elektrickým zabezpečovacím a tiesňovým poplachovým systémom a spôsob testovania. V rámci pedagogickej a vedecko-výskumnej činnosti prebehlo v laboratóriu Katedry bezpečnostného manažmentu na Fakulte bezpečnostného inžinierstva testovanie spoľahlivosti magnetických kontaktov ktorého výsledky sú popísané v článku. Záverečná časť článku popisuje návrh a vývoj zariadenia na testovanie magnetických kontaktov, ktoré zjednodušuje priebeh testovania a zvyšuje jeho presnosť.

Kľúčové slová: magnetický kontakt, testovanie, spoľahlivosť, zariadenie

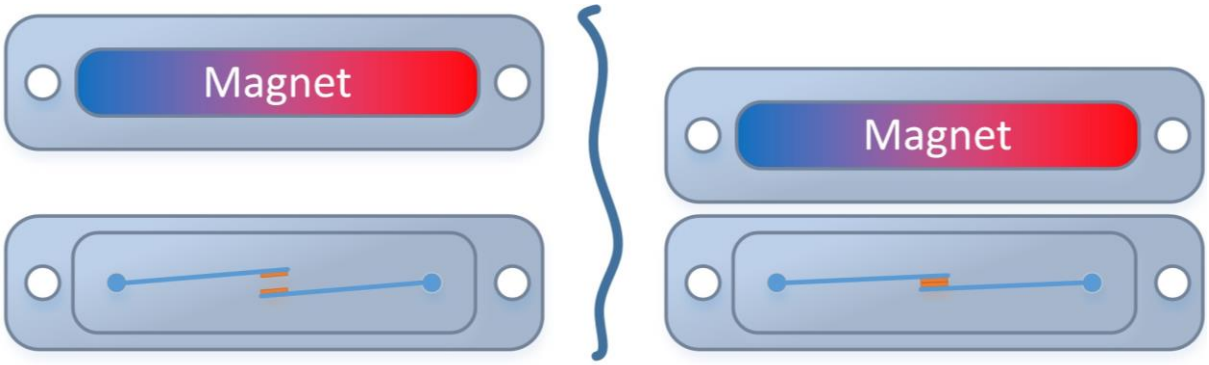
ABSTRACT
The article describes working principles of the magnetic contacts and their place in security alarm systems. As part of educational activities in the laboratory of the Department of Security management in the Faculty of Security engineering was tested reliability of magnetic contacts and results are clearly described and summarized in the second part of the article. The third part describes the development of device for testing magnetic contacts that simplifies testing and increases accuracy.

Keywords: magnetic contact, testing, reliability, device

[1] Milan Kutaj, Ing., Katedra bezpečnostného manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina
[2] Andrej Veľas, doc., Ing. PhD., Katedra bezpečnostného manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina

1 ÚVOD

Magnetické kontakty sú jedným zo základných komponentov elektrických zabezpečovacích a tiesňových poplachových systémov (používajú sa predovšetkým pri zabezpečení objektu a teda je možné hovoriť len o použití v parciálnej časti – elektrickom zabezpečovacom systéme – ďalej len EZS). Ide o veľmi jednoduché detektory plášťovej ochrany pozostávajúce z dvoch častí (zapuzdrený magnet a zapuzdrený jazýčkový kontakt) využívajúce magnetickú hysteréziu, ktorej hodnoty sa u každého výrobcu líšia. Využívajú sa prevažne pri ochrane okien a dverí. Jazýčkový kontakt je mechanický spínač zložený z dvoch feromagnetických jazýčkov umiestnených v hermeticky uzavretej sklenenej trubičke naplnenej inertným plynom. Magnet sa inštaluje na pohyblivú časť okien, resp. dverí a jazýčkový kontakt na pevnú časť okien, resp. dverí (rám, zárubňa). Magnetický kontakt môže byť v pohotovostnom stave zopnutý alebo rozopnutý. Pohotovostným stavom sa rozumie taký stav, kedy magnetické pole magnetu nepôsobí na jazýčkový kontakt (obrázok 1).



Obrázok 1 Princíp činnosti magnetického kontaktu
(rozopnutý v pohotovostnom stave, zopnutý priložením magnetu)

Magnetické kontakty sú prekonateľné niekoľkými spôsobmi bez vynaloženia veľkého úsilia. Na ich sabotovanie môžeme využiť napríklad parazitný magnet s vysokou intenzitou magnetického poľa alebo premostenie kabeláže, ktorou sú kontakty pripojené k ústredni EZS. Magnetické kontakty vyšších stupňov zabezpečenia sú preto vybavené sabotážnym obvodom (viacero jazýčkových kontaktov v puzdre s rôznym pohotovostným stavom), ktorý zvýši pravdepodobnosť detekcie narušenia objektu, resp. sabotovania detektora páchateľom. Okrem sabotážneho obvodu sú využívané aj polarizované jazýčkové kontakty meniace pohotovostný stav len po priblížení správne orientovaného magnetu.

2 LABORATÓRNE TESTY MAGNETICKÝCH KONTAKTOV

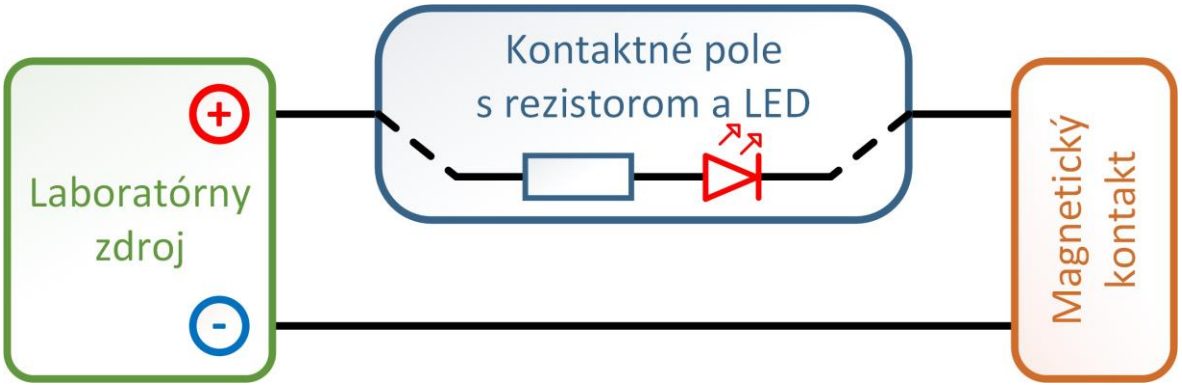
Vzhľadom na jednoduchosť magnetických kontaktov a ich ľahké prekonanie je nutné testovať ich technické parametre a spoľahlivosť. Testovaním magnetických kontaktov sa zaoberá norma STN EN 50131-2-6 (Poplachové systémy. Elektrické zabezpečovacie a tiesňové systémy. Časť 2-6: Kontakty otvorenia (magnetické)).

Cieľom týchto testov je overenie funkčnosti magnetických kontaktov a teda aj ich spoľahlivosti v daných podmienkach.

V rámci cvičení z predmetu *Systémy vnútornej ochrany* boli na Fakulte bezpečnostného inžinierstva vykonané testy troch vybraných magnetických kontaktov *USP SP-1000, Bestkey BS-2031* a *Sentrol 1085* (po jednom kuse zo všetkých typov). Všetky testy prebiehali v laboratórnych podmienkach, tak ako je uvedené v norme:

- *teplota* *15°C – 35°C,*
- *relatívna vlhkosť* *25 % – 75 %,*
- *tlak vzduchu* *86 kPa – 106 kPa.*

Testy boli zamerané na meranie vzdialenosti zopnutia a rozpnutia, ktoré boli prehľadne zaznamenané v tabuľkách a po vypočítaní aritmetického priemeru boli porovnané s technickou dokumentáciou poskytnutou výrobcami magnetických kontaktov. Počas prvých meraní sme na testovanie použili *multimeter UNI-T 70A* prepnutý na meranie celistvosti obvodu (skratová sonda). Po niekoľkých opakovaniach sme si všimli pomalú odozvu multimetra a rozhodli sme sa pre vytvorenie jednoduchého elektrického obvodu, ktorý slúžil na optickú signalizáciu stavu zopnutia (červená LED sa rozsvieti) a stavu rozopnutia (červená LED zhasne) magnetického kontaktu. Zjednodušene ide o systém testujúci elektrickú kontinuitu (obrázok 2) podobne ako pripojený multimeter, avšak jeho odozva je okamžitá.



Obrázok 2 Bloková schéma testovacieho obvodu

Postup, ktorým sme sa pri testovaní riadili bol nasledovný:

1. Vytvorili sme elektrický obvod popísaný vyššie.
2. Výstupné káble magnetického kontaktu sme pripojili do obvodu.
3. Jazýčkový kontakt sme uchytili na pevnú podložku s milimetrovým papierom.
4. Permanentný magnet sme posúvaním po milimetrovom papieri odďaľovali a približovali kolmo na jazýčkové relé.
5. Pri každom rozsvietení, resp. zhasnutí LED sme zaznamenali vzdialenosť medzi permanentným magnetom a jazýčkovým relé do tabuliek 1 a 2.

6. Pomocou vzťahu $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$ sme vypočítali aritmetický priemer vzdialenosti zopnutia pri priblížení, resp. rozopnutia pri oddialení magnetu.
7. Výsledky sme porovnali s technickou dokumentáciou výrobcov.

Tabuľka 1 Namerané vzdialenosti zopnutia magnetických kontaktov (všetky údaje v mm)

Číslo merania / **Magnetický kontakt**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Nameraná priemerná vzdialenosť**	**Vzdialenosť udávaná výrobcom**
USP SP-1000	29	31	31	31	31	30	29	31	29	30	30,2	-
Bestkey BS-2031	22	21	21	21	19	22	21	20	20	21	20,8	-
Sentrol 1085	9	8	9	8	8	10	9	8	8	9	8,6	-

Tabuľka 2 Namerané vzdialenosti rozopnutia magnetických kontaktov (všetky údaje v mm)

Číslo merania / **Magnetický kontakt**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Priemerná vzdialenosť**	**Vzdialenosť udávaná výrobcom**
USP SP-1000	38	40	39	37	37	39	39	37	39	39	38,4	25,4
Bestkey BS-2031	32	33	32	30	31	32	31	32	31	32	31,6	30
Sentrol 1085	13	14	14	13	14	14	13	14	14	13	13,6	15,8

Z nameraných výsledkov vyplýva, že z testovaných magnetických kontaktov nevyhovel model *USP SP-1000*, ktorého vzdialenosť rozopnutia pri oddialení permanentného kontaktu bola až o 13 mm väčšia ako udáva výrobca. Ostatné dva magnetické kontakty *Bestkey BS-2031* a *Sentrol 1085* majú približne rovnaké vzdialenosti rozopnutia pri oddialení permanentného magnetu ako udáva výrobca. Rozdiel medzi vzdialenosťami uvedených dvoch kontaktov je len niekoľko milimetrov, čo môže byť spôsobené najmä odchýlkami a nepresnosťou pri meraní, prípadne aj malým počtom opakovaní.

V praxi odchýlka vzdialenosti 13 mm síce neznamená veľa, ale vzhľadom na zistené skutočnosti (potvrdené aj pri ďalších meraniach s inými typmi magnetických kontaktov) je potrebné buď znížiť prísnosť normy, alebo realizovať pravidelné kontroly, aby výrobky nespĺňajúce parametre stanovené normou neboli uvedené na trh.

3 NÁVRH ZARIADENIA NA TESTOVANIE MAGNETICKÝCH DETEKTOROV

Vývoj zariadenia na testovanie magnetických kontaktov vznikol z viacerých dôvodov. Magnetických kontaktov je na trhu nespočetné množstvo a ich manuálne testovanie je časovo veľmi náročné. Musí sa vykonať veľký počet opakovaných meraní, aby bola chyba merania čo najnižšia. Odďaľovanie a približovanie permanentného magnetu musí prebiehať pomaly a plynule, aby sme včas zaregistrovali zmenu pohotovostného stavu jazýčkového relé. Hlavnou myšlienkou bolo vyvinúť zariadenie, ktoré dokáže opakovane testovať zopnutie magnetického kontaktu z konštantnej vzdialenosti a urýchli tak celý proces.

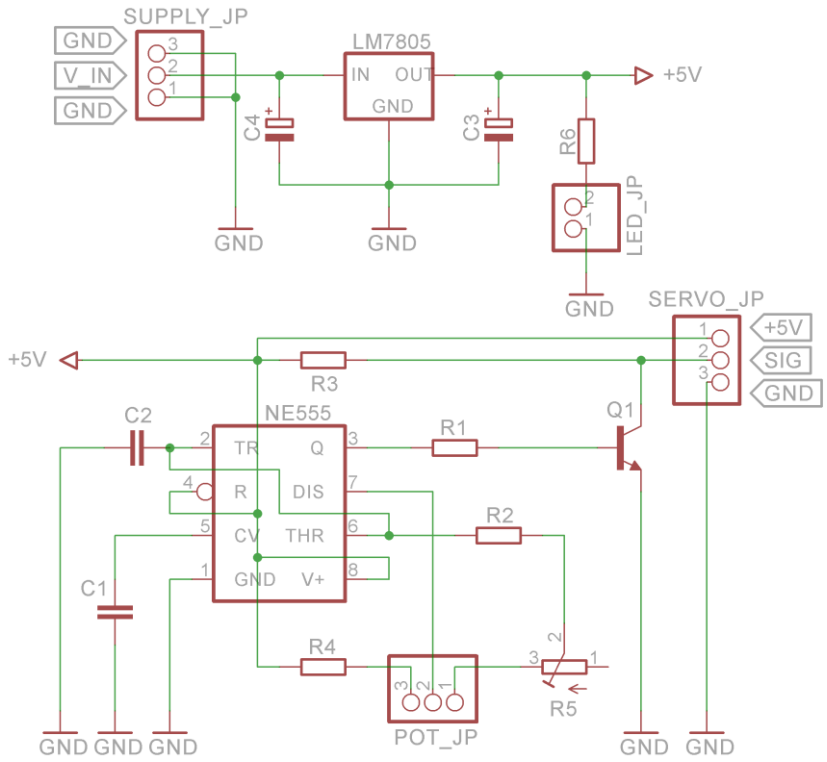
Prvá verzia zariadenia bola pomerne jednoduchá. Konštrukcia bola zhotovená z dreva a jej základom bol nízkootáčkový motor s unášačom magnetu. Zariadenie nebolo vybavené žiadnou elektronikou a otáčky motora bolo možné regulovať len zmenou elektrického napätia na laboratórnom zdroji. Ako unášač permanentného magnetu slúžila vinylová platňa, ktorej ukotvenie k hriadeľu rotora nebolo stabilné a na nej umiestnený permanentný magnet „plával“.

Pre spoľahlivejšie testovanie sme sa rozhodli vyvinúť druhú verziu, ktorá priamo vychádza z predchádzajúceho modelu a taktiež využíva rovnakú drevenú konštrukciu. Zmeny sa dotkli najmä pohonu.

Obrázok 3 Zariadenie na testovanie magnetických kontaktov (verzia 2)

Nízkootáčkový motor bol nahradený výkonným servo motorom, ktorý je riadený elektronikou. Servo motor sme nemohli použiť v jeho pôvodnej podobe, pretože výstupný hriadeľ má uhol otočenia len 180° a nie je schopný kontinuálneho

otáčania o 360°. Servo motor musel prejsť niekoľkými špeciálnymi úpravami. Zmeny zasiahli ako mechanickú, tak elektronickú časť. Z mechanickej časti bol odstránený poistný kolík, ktorý v bežnej prevádzke bráni servu v kontinuálnom otáčaní a chráni tak motor a ozubené koleso spätnej väzby. Z elektronickej časti bol odstránený potenciometer spätnej väzby a nahradený dvomi rezistormi, každý s rovnakým odporom. Aby bolo možné uviesť servo motor do prevádzky, musí byť zariadenie vybavené riadiacou elektronikou generujúcou *PWM signál*. Základom riadiacej elektroniky je *časovač NE555* zapojeným ako astabilný multivibrátor podľa schémy na obrázku 4. Pomocou takto navrhnutej elektroniky môžeme meniť nielen rýchlosť otáčania, ale aj jeho smer. Rýchlosť otáčania (a smer) sa už nemení zmenou elektrického napätia na výstupe laboratórneho zdroja, ale zmenou šírky pulzov, ktoré generuje riadiaca elektronika v závislosti od polohy jazdca potenciometra pripojeného na konektor POT_JP. Prítomnosť inštalovaného *napäťového regulátora LM7805* nám umožňuje pripojiť akýkoľvek zdroj *elektrického napätia v rozmedzí 7,5 – 35 V*.



Obrázok 4 Schéma zapojenia riadiacej elektroniky servo motora

Keďže bolo ukotvenie unášača na hriadeli motora nedostatočné, museli sme vylepšiť aj túto časť. Výstupný hriadeľ serva má dutý otvor so závitom M3, do ktorého nebol problém upevniť skrutku a tak zabrániť neželanému pretáčaniu unášača. Hriadeľ serva bol pre ešte vyššiu stabilitu uložený v guľkovom ložisku. Unášač má v tejto konfigurácii výrazne presnejší pohyb a „plávanie“ bolo minimalizované na najnižšiu možnú úroveň. Obidve verzie zariadenia na testovanie magnetických kontaktov uľahčujú prácu pri laboratórnych testoch, ale stále je potrebný veľký zásah človeka do priebehu testovania.

Za účelom zautomatizovania procesu testovania začala vznikať tretia verzia, ktorá sa bude líšiť zmenou pohonu, elektroniky a hlavne konštrukcie. Permanentný magnet nebude uchytený na unášači konajúcom otáčavý pohyb, ale na plošine pohybujúcej sa priamočiaro k jazýčkovému relé umiestnenému v druhej časti magnetického kontaktu. Pomerne jednoduchú riadiacu elektroniku pozostávajúcu z PWM generátora nahradíme riadiacou jednotkou postavenou na *MCU ATmega328*. To nám umožní zautomatizovať takmer celý proces testovania magnetických kontaktov. Prostredníctvom MCU a senzorov sa bude zaznamenávať číslo opakovania a spínacia a rozpínacia vzdialenosť kontaktov. Pri dosiahnutí polohy zopnutia a polohy rozopnutia magnetického kontaktu sa zariadenie na malý okamih zastaví. Údaje sa uložia na SD kartu vo formáte CSV, čo výrazne uľahčí export dát do akéhokoľvek tabuľkového procesora. Aktuálne informácie o vzdialenostiach budú zobrazované na LCD displeji a sústava LED opticky upozorní na zmenu stavu nasledovne:

- biela – zariadenie je pripravené na spustenie,
- modrá – plošina s permanentným magnetom je v pohybe, zariadenie vykonáva nastavený počet opakovaných meraní,
- zelená – zariadenie sa na pár sekúnd zastaví, na displeji sa zobrazí vzdialenosť permanentného magnetu od jazýčkového relé v čase zopnutia,
- červená – zariadenie sa na pár sekúnd zastaví, na displeji sa zobrazí vzdialenosť permanentného magnetu od jazýčkového relé v čase rozopnutia,
- bliká modrá – zariadenie dokončilo všetky nastavené merania.

Tretia verzia zariadenia na testovanie magnetických kontaktov je momentálne vo vývoji a vyššie uvedený popis je len jeho stručnou charakteristikou. Zariadenie dokáže vykonávať pohyb s presnosťou na desatinu milimetra, zaznamenanie vzdialeností má oneskorenie maximálne niekoľko milisekúnd, čiže sa dá považovať za okamžité. Tieto vlastnosti sú pri meraní veľmi dôležité, pretože vďaka nim eliminujeme chybu merania na veľmi nízku až zanedbateľnú úroveň.

4 ZÁVER

Z pilotných testov magnetických kontaktov realizovaných v rámci procesu výučby, meraní v rámci diplomových prác, ale aj v rámci vedecko-výskumnej činnosti vyplýva potreba realizácie testovania magnetických kontaktov. Nie všetky magnetické kontakty zodpovedajú špecifikáciám udávaným v technickej dokumentácii výrobcov, prípadne podmienkam stanoveným normami. Predmetné zistenia vytvárajú predpoklady pre prekonanie systému ochrany objektu, ako aj možnosti využitia výsledkov pre hodnotenie systémov ochrany objektov. Vzhľadom na množstvo magnetických kontaktov na trhu môže byť prínosom pri testovaní navrhované zariadenie na testovanie magnetických kontaktov, ktoré bude schopné magnetické kontakty otestovať výrazne presnejšie, v kratšom časovom intervale a s minimálnou potrebou ľudského zásahu.

POUŽITÁ LITERATÚRA

[1] VEĽAS, A.: *Elektrické zabezpečovacie systémy.* Žilina: EDIS – vydavateľstvo ŽU, 2010. ISBN 978-80-554-0224-6.

[2] STN EN 50131-2-6. Poplachové systémy. Elektrické zabezpečovacie a tiesňové systémy. Časť 2-6: Kontakty otvorenia (magnetické)

[3] KAMPOVÁ, K., LOVEČEK, T.: Comparation of methodologies for quantitative and qualitative assessment of physical protection systems. In: *European journal of security and safety*. ISSN 1338-6131. 2012. Vol. 1, no. 1 (2012), online, s. 24-29. - Spôsob prístupu: http://www.esecportal.eu/journal/index.php/ejss/issue/view/2

[4] MELUZIN, H.: *Elektrotechnika*. Bratislava: Alfa – vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1978. 264 s.

[5] UHLÁŘ, J.: *Technická ochrana objektů.* II. díl Elektrické zabezpečovací systémy. Praha: PA ČR, 2001, ISBN 80-7251-076-2.

[6] KŘEČEK, S., a kol.: *Příručka zabezpečovací techniky.* Blatenská tiskárna, s.r.o., Blatná, 2006. ISBN 80-902938-2-4.

[7] HONEYWELL International Inc. *Magnetic Contact Guide*. Syosset, 2005. http://www.security.honeywell.com/hsc/documents/OmincatIN.pdf

[8] VdS-Rules for Intruder Alarm Systems. VdS Schadenverhütung: Köln, 2002.

[9] LOVECEK, T.: Present and future ways of physical property protection In: *Communications:* Scientific Letters of the University of Žilina. ISSN 1335-4205. Vol. 10, No. 1 (2008).

[10] KOCZO, J.: *Measuring the Properties of Components of Intruder Alarm Systems (Magnetic Contacts).* Dipl. thesis. University of Zilina, Faculty of Special Engineering, Department of Security Management. Advisor: Assoc. prof. Andrej Velas, PhD. Zilina : FSI ZU, 2014.

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.