

## 16.1 Opšte o sistemima za zaštitu od provale

Sistemi za zaštitu od provale (eng. *automatic intruder and burglar systems*, rus. *электрическая тревожная сигнализация против грабителей и взломщиков, системы охранной сигнализации*), kao i sistemi za otkrivanje i dojavu požara, spadaju u klasu merno-informacionih sistema koji rade u realnom vremenu, tako da sva razmatranja koja su data u poglavljima u prvom delu knjige (poglavlje 2 koje obrađuje sisteme za prikupljanje podataka i poglavlje 3 u kome su date osnove rada senzora i detektora), važe i za ove sisteme. Takođe, razmatranja koja se odnose na centralnu jedinicu sistema (poglavlje 14 - Organizacija sistema za dojavu požara, 14.3 Centrala za dojavu požara) važe i za centralu za dojavu provale, tako da neće biti posebno razmatrana u ovom delu.

Što se tiče zakonske regulative, treba napomenuti da ona kod nas gotovo i ne postoji, što u određenoj meri otežava određene faze realizacije sistema za zaštitu od provale, počev od projektovanja pa do implementacije sistema. Ovo je naročito izraženo u delu fizičkog obezbeđenja koji je sastavni deo koncepta zaštite od provale, tj. u oblasti privatne bezbednosti koja (u momentu pisanja ove knjige) još uvek nije regulisana posebnim zakonom. Tehnički aspekt sistema za zaštitu od provale je predmet malog broja standarda kod nas koji su doneti za alarmne sisteme (JUS N.S6.111 i JUS N.S6.112 iz 1989., JUS IEC 839-2-6 iz 1993., JUS IEC 839-1-1 iz 1993. i JUS IEC 839-1-4 iz 1994. godine). U budućnosti će ova oblast biti regulisana kod nas prilagođavanjem određenog broja evropskih standarda iz grupacija EN 50130 (*General requirements such as the environmental and EMC requirements*), EN 50131 (*Intrusion systems*), EN 50134 (*Social Alarms*) i EN 50136 (*Alarm Transmission Systems*)<sup>91)</sup>.

Sistemi za zaštitu od provale spadaju u sisteme za prikupljanje podataka koji se danas najviše sreću u svakodnevnom životu, počev od malih sistema u prodajnim objektima, do sistema u velikim kompleksima gde su najčešće samo jedan segment integrisanog sistema zaštite. Zaštita od provale se odavno ne zasniva samo na fizičkom obezbeđivanju, već je postala rezultat sprege svih mera koje se preduzimaju u cilju bezbednosti objekata i prostora. Mere na kojima počiva bezbednost objekta i okolnog prostora mogu da se generalno grupišu u 4 grupe:

- *građevinsko - urbanističke mere* obuhvataju građevinsko - arhitektonske karakteristike objekta, uređenje okolnog prostora, funkcionalnost pojedinih celina i bezbednosne zahteve,
- *organizacione mere* obuhvataju organizaciju službe obezbeđenja, raspoređivanje njenih pripadnika, usavršavanje, itd.,
- *operativne mere* obuhvataju organizaciju prikupljanja informacija, nadzor nad štićenim prostorom i primenu represivnih postupaka, i
- *tehničke mere* obuhvataju primenu sredstava i uređaja za otkrivanje, identifikaciju i signalizaciju neželjenih događaja.

Kao i sistemi za otkrivanje i dojavu požara, tako i sistemi za zaštitu od provale rade neprekidno i predstavljaju spregu tehničkih sredstava zaštite i ljudskog faktora. Obim tehničkih sredstava i brojnost pripadnika službe fizičkog obezbeđenja zavisi od velikog broja faktora za konkretan objekat. Neki od najznačajnijih faktora koji direktno određuju veličinu, topologiju i druge karakteristike sistema za zaštitu od provale i prateće službe obezbeđenja su:

- makro i mikrolokacija objekta,
- vrsta i vrednost sadržaja u objektu,
- svakodnevne aktivnosti, organizacija rada u objektu, tehnološki proces u objektu (ako postoji),
- mogućnosti i oblici komunikacije i kretanja u prostoru oko objekta i u samom objektu,
- klimatske karakteristike makrolokacije, itd.

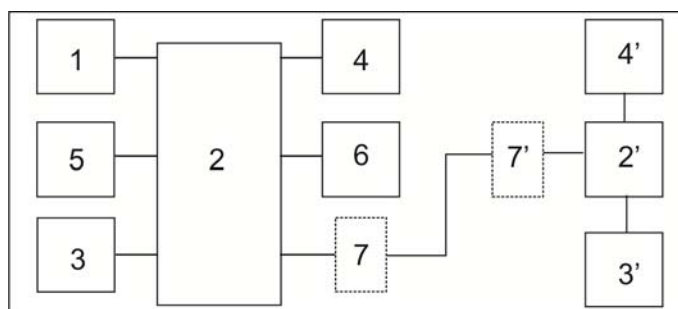
<sup>91)</sup> Polazni ruski standard koji definiše ovu problematiku je ГОСТ 26342-84: Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.

Navedeni faktori, ali i sve druge činjenice koje se odnose posredno ili neposredno na bezbednost objekta, treba da posluže za postavljanje četiri osnovna „temelja“ na kojima se zasniva funkcionisanje sistema bezbednosti, a to su:

- procena ugroženosti,
- projektovanje tehničkog sistema zaštite,
- organizovanje službe obezbeđenja i
- plan obezbeđenja.

Ukoliko postoji tehnički sistem zaštite i prateća služba fizičke zaštite, oni se pridodaju navedenim faktorima u cilju izrade plana obezbeđenja na osnovu prethodne procene ugroženosti. U ovoj knjizi će detaljnije biti opisan samo tehnički aspekt zaštite od provale.

Globalna struktura sistema za zaštitu od provale koja je definisana međunarodnim standardom prikazana je na slici 16.1.<sup>92)</sup>



**Slika 16.1 Struktura sistema za zaštitu od provale prema ISO standardu**

*Komponente obeležene brojevima od 1 do 7 na slici su sledeće: 1 - detektor, 2 - kontrolna oprema (centrala), 3 - napajanje, 4 - oprema za vizuelnu i/ili zvučnu signalizaciju, 5 - izvršni uređaji koje aktivira centrala, 6 - programibilni ulazni uređaj 7 - uređaj ili interfejs za daljinsku signalizaciju (modem i slično).*

Definicija sistema za zaštitu od provale u skladu sa IEC 60839-1-1 je da on predstavlja sveukupnost tehničkih sredstava koji obezbeđuju generisanje signala alarma, njegovu predaju i prijem. Sistem može da ima jedan ili više izvora napajanja. Sistemi ovog tipa mogu da budu elementi i drugih sistema, ukoliko oni ispunjavaju zahteve alarmnog sistema.

Osnovni zahtevi sistema za zaštitu od provale su sledeći:

- otkrivanje pokušaja neovlašćenog ulaza i generisanje informacije o neovlašćenom pristupu,
- predaja informacije o neispravnosti i otkazu komponentata sistema,
- očuvanje ispravnog rada sistema u odnosu na uticaj okruženja i uspostavljanje normalnog stanja rada posle dejstva faktora okruženja,
- zadržavanje nivoa pouzdanosti u odnosu na pokušaje diverzije bilo kog dela sistema, bez mogućnosti nastajanja indirektna opasnosti van sistema,
- očuvanje funkcionalnog stanja sistema u slučaju gubitka mrežnog napajanja ili drugog osnovnog izvora napajanja,
- sistem ne sme da generiše lažne alarme pri prebacivanju napajanja sa mrežnog na rezervno napajanje, ili sa bilo kog oblika napajanja na drugi, i
- automatski sistemi za zaštitu od provale moraju da obezbede identifikaciju lica ili njihovih lozinki pri ulasku u štićeni objekat.

Savremeni sistemi za zaštitu od provale, samostalno ili kao deo integrisanih sistema zaštite, zadržali su prikazanu globalnu strukturu sa značajno većim mogućnostima za obradu primljenih

<sup>92)</sup> IEC 60839-1-1 Alarm systems: General requirements, Section One - General. Napajanje, testiranje, i karakteristike sistema su regulisani delovima: Section Two - Power units, tests methods and performance criteria i Section Three - Environmental testing for alarm systems.



budu: toplota, seizmičke promene, akustične promene, promene u elektromagnetnom polju, promene koje su izazvane prisustvom metala, hemijskih jedinjenja, itd.

Sa druge strane, postoji veliki broj kriterijuma na osnovu kojih je moguće izvršiti podelu detektora provale. Neki od tih kriterijuma su:

- mesto postavljanja/namena - otvoreni ili zatvoreni prostor,
- oblast pokrivanja - tačka, linija, površina, zapremina,
- princip dejstva - na bazi električnog otpora, magnetno-kontakti, piezoelektrični, ultrazvučni, optičko-elektronski, itd;
- zona dejstva - na malom rastojanju, srednjem ili velikom rastojanju. (Malo i srednje rastojanje se različito definiše, a najčešće 12 m malo i od 12 m do 30 m srednje rastojanje, veliko - preko 30 m);
- princip konstrukcije - sve komponente su u istom kućištu detektora (na primer, predajnik i prijemnik), ili u dve ili više odvojenih celina;
- način napajanja - pasivni ili aktivni.

Zbog svega navedenog, detektori provale se retko klasifikuju u skladu sa pojavom koju nadgledaju ili prema drugim kriterijumima, već prema mestu primene, a najčešće prema tome da li se štiti perimetar (eng. *perimeter*, rus. *nepumemp*)<sup>93)</sup> - granica prostora koji je pod zaštitom, sam prostor, granica objekata koji se nalaze u prostoru ili unutrašnjost tih objekata. U skladu sa tim, najčešća podela detektora provale je na one koji su projektovani za zaštitu od neovlašćenog ulaza u objekat - tzv. *unutrašnji detektori provale* i na detektore koji služe za nadgledanje perimetra i prostora u okviru perimetra - tzv. *spoljašnji detektori provale*.

**Spoljašnji detektori provale** otkrivaju prelazak preko dela perimetra ili ulazak u zonu koja se štiti. Postavljaju se na otvorenom prostoru, u okruženju objekta ili duž ograde ili linije koja označava prostor koji se štiti. Ovi detektori treba da budu relativno neosetljivi na atmosferske uticaje kao što su ekstremne promene temperature, kiša, sneg i magla, ali i dovoljno osetljivi da detektuju neovlašćeni ulazak u prostor upravo pod takvim atmosferskim uslovima.

Spoljašnji detektori provale imaju manju pouzdanost detekcije i veću stopu lažnog alarmiranja od unutrašnjih detektora istog tipa. Razlog za to je postojanje velikog broja spoljnih uticaja koji ne mogu da se predvide: atmosferski uticaji, različite i nepredvidive ljudske aktivnosti, postojanje izvora elektromagnetnog zračenja, ulazak i kretanje životinja u zoni koja se štiti i slično. Zbog ovoga se često koriste dva ili više detektora da bi efikasnost i pouzdanost dojave bila na visokom nivou.

**Unutrašnji detektori provale** otkrivaju ulazak u objekat ili ulazak u neki deo ili prostoriju u objektu. Većina detektora ovog tipa je projektovana isključivo za korišćenje unutar objekta i ne bi trebalo da se koriste u primenama gde su prisutni atmosferski uticaji. Unutrašnji detektori izvršavaju jednu od sledeće tri funkcije:

1. detekcija približavanja ili prelaska kroz graničnu liniju objekta koji se štiti, kao što su na primer vrata, zidovi, krovovi, prozori ili ventilacioni otvori,
2. detekcija kretanja objekta u prostoru koji je pod nadzorom - u prostoriji, hodniku, holu itd.,
3. detekcija pomeranja, podizanja ili dodirivanja pojedinih predmeta koji se štite.

Zbog kontrolisanih ambijentalnih uslova u kojima funkcionišu, unutrašnji detektori su takođe podložni lažnom alarmiranju, ali u značajno manjoj meri od spoljašnjih.

U ovoj knjizi, detaljni opis detektora provale je izvršen prema mestu postavljanja, tj. nameni - da li je detektor namenjen zaštiti unutrašnjosti objekta ili okolnog prostora zajedno sa linijom perimetra. Na slikama 16.3 i 16.4 su prikazani tipovi spoljašnjih i unutrašnjih detektora provale koji se najčešće sreću u praksi.

---

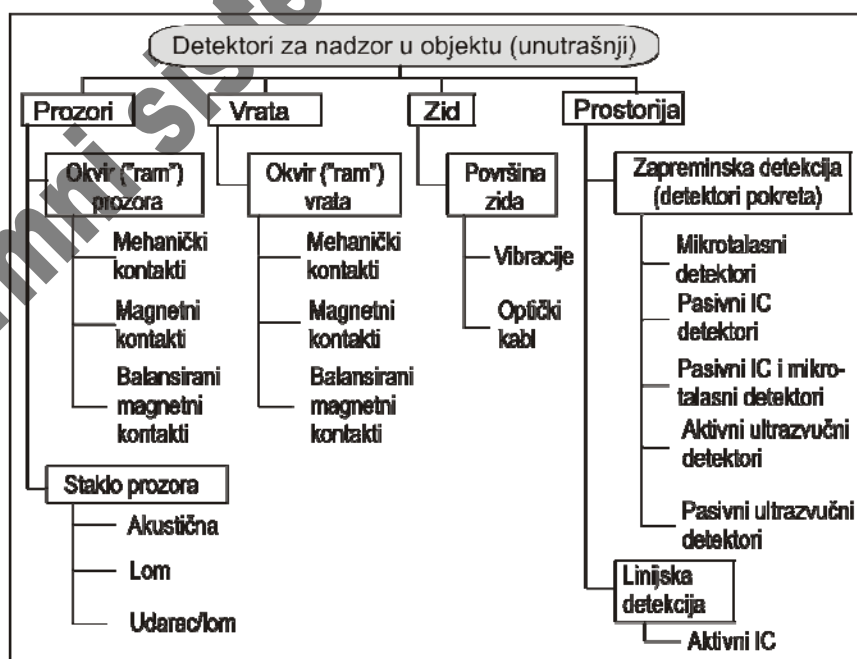
<sup>93)</sup> perimetar - stvarna ili zamišljena linija koja okružuje neku površinu, ili dužina linije oko te površine, od grčkih reči περί (okolo) i μέτρος (mera).



Slika 16.3 Podela spoljašnjih detektora provale

Za nadzor perimetra mogu da se koriste i svi tipovi detektora pokreta koji su navedeni na slici 16.3 koji se inače koriste za zapreminsku detekciju, a takođe i detektori za linijsku detekciju, koji su navedeni na slici 16.4.

Video nadzor, koji spada u najkorišćenije metode zaštite prostora oko objekta i u unutrašnjosti objekta, nije naveden u podeli zbog suštinske razlike u načinu detekcije. Naime, savremeni uređaji za video nadzor nemaju više samo funkciju „posmatranja“ prostora koji se štiti, već je zahvaljujući softverskoj podršci moguće podeliti taj prostor u zasebne, virtualne prostorne celine, tako da svaki ulaz i kretanje u okviru tih celina izaziva generisanje signala alarma.



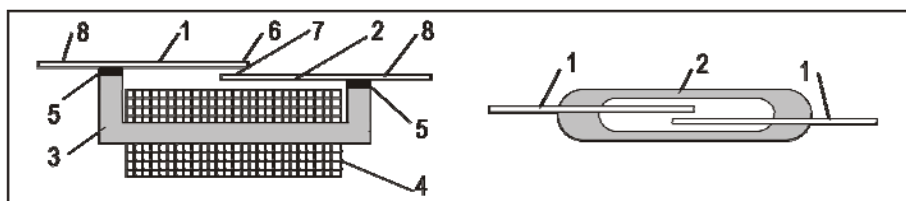
Slika 16.4 Podela unutrašnjih detektora provale

## 17.1 Alarmni kontakti

Pojam alarmni kontakt obuhvata veliki broj konstruktivno različitih uređaja koji sadrže kontakte i koriste se za otkrivanje neovlašćenog ulaza u objekat. Suština funkcije koju realizuju ti uređaji je da stanje kontakta koje se menja pod uticajem spoljne sile prosledi preko alarmne linije centralnom uređaju za nadzor. Ova definicija ne uključuje samo kontakte koji se primenjuju na vratima i prozorima, već i kontakte koji reaguju na pritisak, tzv. „panik“ tastere, mehaničke vibrokontakte i slično. Inicijalno stanje kontakta može da bude *otvoreno* - kada uticaj spoljne sile zatvara električno kolo i time generiše signal alarma, ili *zatvoreno* - kada se signal alarma generiše prekidanjem električnog kola pod uticajem spoljne sile koja je posledica neovlašćenog ulaska u objekat.

Alarmni kontakti spadaju u najstarije alarmne uređaje za otkrivanje ulaska u objekat. Međutim, tek krajem prve polovine prošlog veka, pronalaskom kontakta koji se nalaze u hermetički zatvorenom kućištu i koji se kontrolišu pomoću magnetnog polja, počinje njihova masovna proizvodnja i upotreba. Suština ideje na osnovu koje se i danas realizuju alarmni kontakti je da do otvaranja/zatvaranja kontakta dolazi pod uticajem spoljašnjeg magnetnog polja, a ne uz pomoć mehaničke sile. Prvi magnetni kontakt (rele) je patentiran 1925. godine u Rusiji<sup>94)</sup>, a nešto kasnije (oko 1940. god.) u Americi<sup>95)</sup> počelo se sa proizvodnjom alarmnih kontakata u formi koja se do danas nije mnogo izmenila, slika 17.1.

Alarmni kontakti se mogu klasifikovati na različite načine: prema načinu signalizacije u električnom kolu (normalno otvoreno ili normalno zatvoreno električno kolo), prema načinu realizacije (magnetni kontakti sa membranom, sa fluidima, sa živom, itd.). Treba napomenuti da je ovo samo uslovna podela, jer je broj načina realizacije koji se danas primenjuje veoma veliki, tako da su u tekstu koji sledi opisani samo neki tipovi alarmnih kontakata koji se najčešće primenjuju u praksi u alarmnim sistemima.



Slika 17.1 Prvi alarmni kontakti

*Kovalenkov rele:*

- 1 i 2 - kontakti od magnetskog materijala,
- 3 - spoljno magnetno jezgro,
- 4 - kontrolni namotaj (spoljašnji izvor magnetnog polja),
- 5 - dielektrik,
- 6 - krajevi kontakta,
- 7 - rastojanje („zazor“) između kontakta,
- 8 - tačke kontakta za povezivanje u el. kolo

*Rele iz Bell Telephone Laboratories:*

*(Savremeni alarmni kontakti se malo razlikuju od ove konstrukcije)*

- 1 - kontaktne elemente (opruge) od legure FeNi (25% Ni, poznata kao permaloj),
- 2 - hermetički zatvorena staklena cevčica

<sup>94)</sup> Tvorac ideje iz 1922. god. i patenta iz 1925. god. je *B.II. Коваленков* (1884.-1960.), profesor na Elektrotehničkom Univerzitetu u Sankt Petersburgu.

<sup>95)</sup> Američka kompanija *Bell Telephone Laboratories* je 1938. god. počela da koristi magnetne kontakte u komunikacionim sistemima, a od 1940. godine je počela njihovu masovnu proizvodnju za druge namene.

### 17.1.1 Magnetni kontakti

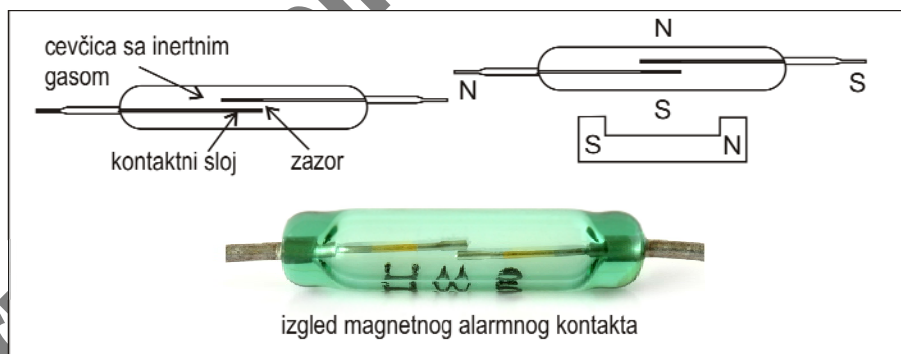
„Normalno otvoreni“ ili „normalno zatvoreni“ magnetni kontakt (eng. *magnetic reed switch*, rus. *магнитоуправляемый контакт, контактные извещатели*) predstavlja tip alarmnog kontakta koji se najviše koristi u alarmnim sistemima.<sup>96)</sup> Osnovna konstrukcija se sastoji od kontakta od magnetskog materijala koji su hermetički zatvoreni u cevčici od stakla ili plastike. Kontakti se prostorno preklapaju (0.2 do 2 mm) i razdvojeni su malim zazorom (0.05 do 0.8 mm). Kada se primeni spoljna magnetna sila, krajevi kontakta zauzimaju suprotan polaritet i pri dovoljno sili dolazi do privlačenja i spajanja krajeva kontakta. Za kontaktni sloj se koristi kvalitetan materijal (najčešće zlato, platina ili rodijum), dok je cevčica u kojoj se nalaze kontakti ispunjena inertnim gasom da bi se sprečilo bilo kakvo prljanje, tako da vreme eksploatacije ovog tipa alarmnog kontakta može da bude veoma dugo.

Zbog male inercije i malog zazora između kontakata, vreme reagovanja iznosi od 0.5 do 1 ms. Najčešća primena ovih kontakata je u konfiguracijama koje su „normalno zatvorene“, tj. u blizini kontakta se nalazi stalni magnet koji kontakte drži spojenim, a otvaranje kontakata izaziva signal alarma. Osetljivost kontakta zavisi od mnogih mehaničkih osobina kao što su: materijal od koga su napravljeni kontakti, površina preklapanja i međusobno rastojanje, jačina magnetne sile koja je potrebna za funkcionisanje, itd. U cevčici je najčešće vakuum, ali se puni i suvim vazduhom, smešom od 97% azota i 3% vodonika ili kombinacijom od po 50% azota i helijuma. Svrha korišćenja smeše različitih gasova je ne samo da se kontakti efikasno štite od oksidacije, već je za uspostavljanje kontakta potrebna manja sila.

Magnetni kontakti sa opisanim načinom konstrukcije se danas izrađuju u 4 veličine:

- **standardni kontakti** - cevčica dužine oko 50 mm, prečnika 5 mm,
- **mali kontakti** - cevčica dužine 25 do 30 mm, prečnika 4 mm,
- **minikontakti** - cevčica dužine 13 do 20 mm, 2 do 3 mm u prečniku i
- **mikrokontakti** - cevčica dužine 4 do 9 mm, sa prečnikom od 1.5 do 2 mm.

Na slici 17.2 je prikazana konstrukcija, princip funkcionisanja i izgled magnetnog kontakta.

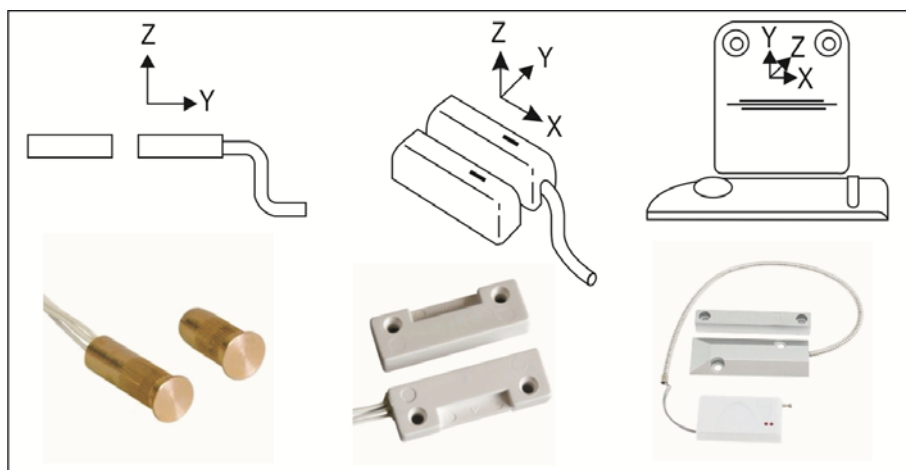


**Slika 17.2 Princip funkcionisanja i izgled magnetnog alarmnog kontakta**

Na slici je prikazana principijelna konstrukcija magnetnog alarmnog kontakta. U praktičnim realizacijama postoji veoma veliki broj različitih rešenja, posebno se razlikuju alarmni kontakti koji se proizvode u Rusiji.

Osim opisanog načina realizacije, postoje i drugi tipovi magnetnih kontakata čije osnovni cilj realizacija funkcije prekidača. Evropski standard EN 50131-2-6 u *Annex-u D* preporučuje tri načina instaliranja zavisno od toga u pravcu koje od osa X, Y i Z kontakt generiše alarm.

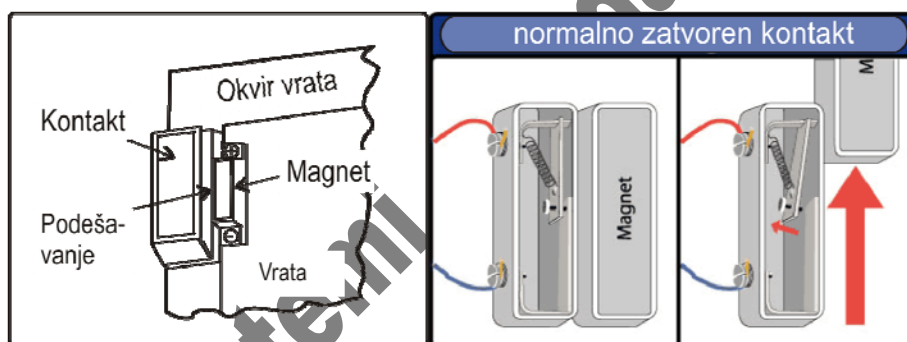
<sup>96)</sup> Definicija iz evropskog standarda EN 50131-2-6: Alarm systems - Intrusion and hold-up systems - Part 2-6: Opening contacts (magnetic) - **3.1.6 opening contact (magnetic)** - detector in usually two separate parts. The active connection between the two parts is at least one magnetic field. Separating the two parts disturbs the connection and produces an intrusion signal or message.



**Slika 17.3 Načini montiranja i izgled magnetnih kontakata**

*Načini montiranja koji su preporučeni standardom EN 50131. Montiranje u udubljenju vrata ili prozora (u standardu eng. flush mount style), na površini (eng surface mount style) i na roletnama (eng. roller shutter style)*

Vrlo često se koriste magnetni kontakti sa magnetom i oprugom u plastičnom ili metalnom kućištu, kao što je prikazano na slici 17.4. Kada se udalji magnet koji kontakt drži u normalno zatvorenom kolu, opruga odvajja kontakt čime se prekida električno kolo i generiše signal alarma.



**Slika 17.4 Magnetni alarmni kontakt sa oprugom**

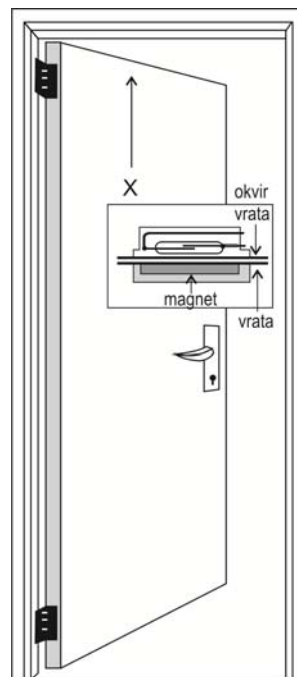
Kada se magnetni kontakt nalazi u kućištu, plastično ili metalno kućište se montira na okvir vrata ili prozora, dok se magnet postavlja na sama vrata ili na prozor, slika 17.5.

Nedostaci ovog tipa alarmnih kontakta potiču od činjenice da prolaz kroz vrata ili prozor bez njihovog pomicanja (otvaranja) neće izazvati alarm, a takođe i upotreba pokretnog magneta koji „imitira“ rad stalnog magneta na vratima može onemogućiti rad magnetnog kontakta.

### Slika 17.5 Primer postavljanja magnetnog alarmnog kontakta na vrata

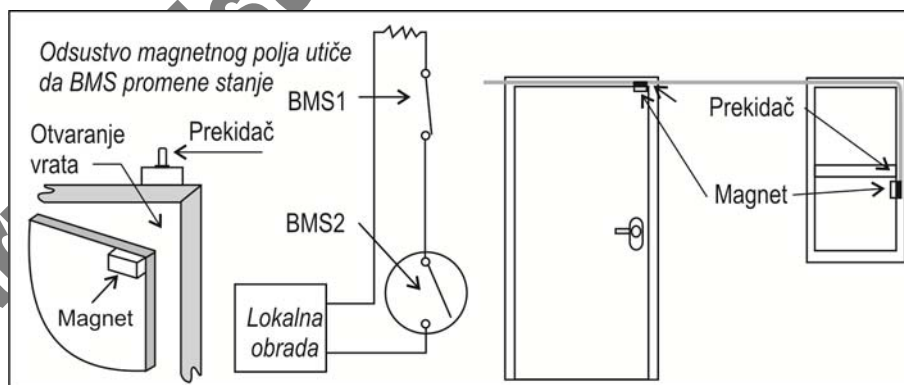
Mesto postavljanja kontakta treba pažljivo odabrati, tako da vibracije vrata ili prozora ne utiču na generisanje lažnih alarma. Na primer, pozicija X na slici 17.5 je dobra jer dozvoljava velika odstupanja vrata od sopstvene ose, ali onemogućava otvaranje vrata bez generisanja alarma. Međusobni položaj kontakta i magneta može biti paralelan ili u jednoj osi, zavisno od jačine magneta koji se koristi, materijala i težine samih vrata i slično.

Kod magnetnih kontakta koji se montiraju na površinu, rastojanje od magneta do kontakta, zavisno od proizvođa iznosi 19 mm, 32 mm ili 45 mm, kod kontakta koji se montiraju u udubljenje to rastojanje je 9 mm ili 13 mm.



#### 17.1.2 Balansirani magnetni kontakti

Balansirani magnetni kontakti (eng. BMS - *balanced magnetic switch*, rus. сбалансированный магнитоуправляемый контакт) se sastoje od dva magneta - unutrašnjeg, koji se obično montira na okvir vrata/prozora i spoljnog (balansiranog), koji se montira na pokretni deo vrata/prozora. Kontakt u polju između dva magneta se najčešće podešava da bude otvoren. Ako dođe do promena u magnetnom polju pomeranjem spoljnog magneta, prekidač zauzima položaj „zatvoreno“. Kada su vrata normalno zatvorena, uticaj magnetnog polja koje se generiše pod uticajem dva magneta na prekidač je stabilno. Otvaranjem vrata /prozora, prekidač zauzima položaj bliže nekom kontaktu i generiše se alarm. Na slici 17.6 je prikazan princip rada i način postavljanja ovog tipa alarmnog kontakta na vrata ili prozor objekta.



Slika 17.6 Princip rada i postavljanje balansiranog magnetnog kontakta

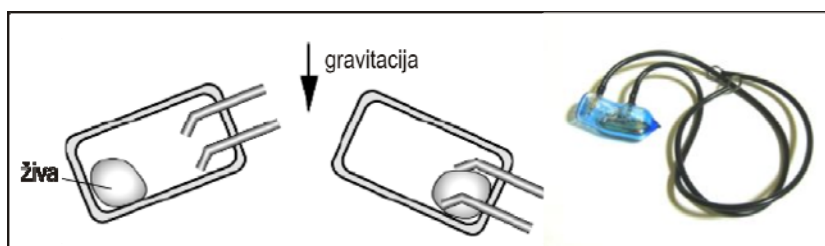
Ovaj tip alarmnog kontakta obezbeđuje veći nivo bezbednosti u odnosu na standardne alarmne kontakte, naročito u sredinama gde su prisutni eksplozivni i zapaljivi materijali. Najčešće se podešavaju tako da daju signal alarma pri otvaranju vrata od 1 do 2 cm i koriste se zajedno sa detektorima pokreta, ukoliko postoji mogućnost ulaska u prostoriju bez otvaranja vrata ili prozora.

Nedostatak u funkcionisanju ovog tipa kontakta je kao i kod klasičnih magnetnih kontakata, da se prisustvom spoljnog magneta može „prevariti“ kontakt - držanjem drugog spoljnog magneta u blizini unutrašnjeg magneta, dok se u isto vreme vrata/prozor otvaraju.

### 17.1.3 Alarmni kontakti sa živom

Mikroprekidački kontakti sa živom (eng. *mercury switches*, rus. *ртутный переключатель*) predstavljaju tip alarmnih kontakata koji se koristi kod prozora. Sastoje se od staklene cevčice u kojoj su kontakti koji su povezani na alarmno kolo i male količine žive koja svoj položaj zauzima u skladu sa delovanjem zemljine teže. Živa u cevčici služi za uspostavljanje veze između alarmnih kontakata. Staklena cevčica može biti vakuumska, ispunjena vazduhom ili inertnim gasom. Cevčica se nalazi u kućištu koje se montira na okvir prozora, tako da u zatvorenom položaju živa uspostavlja vezu između alarmnih kontakata. Pomeranjem prozora, živa „beži“ od kontakta i prekida se alarmno kolo čime se signalizira alarm. U cevčici se može nalaziti i više parova kontakata koji su postavljeni pod različitim uglovima za različite primene.

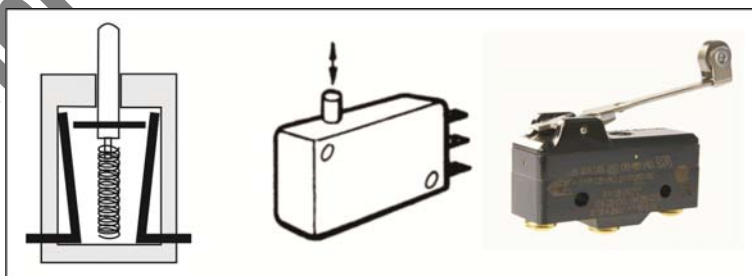
Postoje različiti načini realizacije ovog tipa kontakta u praksi. Na primer, cevčica sa živom i kontaktima može da bude i deo mikroprekidača, pri čemu cevčica nije od stakla već od savitljivog materijala sa živom na jednom kraju i kontaktima na drugom kraju cevčice. Pritiskom na prekidač sila se prenosi na kraj cevčice sa živom i „gura“ je prema drugom kraju koji sadrži kontakte. Princip rada i jedan primer realizacije su prikazani na slici 17.7.



Slika 17.7 Princip rada i primer realizacije alarmnog kontakta sa živom

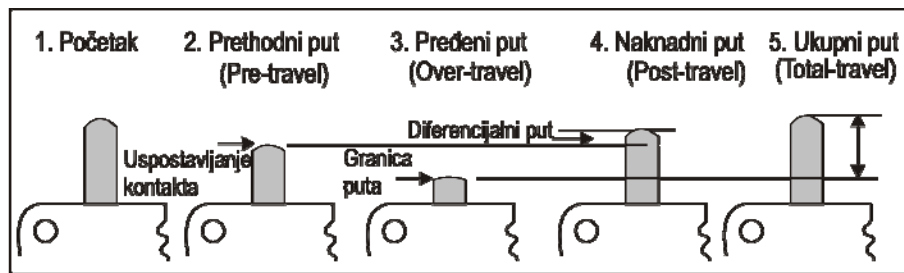
### 17.1.4 Mikroprekidački kontakti

Osnovu većine elektromehaničkih alarmnih uređaja čine kontakti u obliku mikroprekidača (eng. *microswitches*, rus. *микронепереключателъ*) različitog oblika i konstrukcije. Tipičan princip konstrukcije i izgled mikroprekidačkog kontakta je prikazan na slici 17.8.



Slika 17.8 Primer konstruktivnog rešenja i izgled mikroprekidača

Za razliku od klasičnih prekidača koji realizuju funkciju uključeno/isključeno, za aktiviranje mikroprekidača je potreban pritisak na taster koji je povezan sa oprugom, tako da se po uklanjanju pritiska taster vraća u osnovni položaj. Sila koja je potrebna za aktiviranje i dužina „puta“ koji treba da pređe taster do aktiviranja (uspostavljanja kontakta) zavisi od tipa i namene mikroprekidača. Većina proizvođača karakteristike mikroprekidača opisuje pomoću pojmova koji se odnose na rastojanje između normalnog i kontaktnog položaja prekidača (pređeni „put“ tastera), kao što je prikazano na slici 17.8.



**Slika 17.9 Parametri mikroprekidača**

Parametre koji su prikazani na slici treba birati u skladu sa primenom mikroprekidača. Na primer, naknadni put (*post-travel*) ne sme da bude mnogo kratak, jer će u protivnom vibracije izazivati lažno alarmiranje. Zbog toga za primenu kod vrata i prozora treba koristiti mikroprekidače sa većim ukupnim putem, dok na tržištu postoje i oni sa ukupnim putem od svega 0.3 mm, za primene u slučajevima kada je potrebna velika osetljivost.

Alarmni sistemi - Predavanje broj 9

## 18.1 Detekcija loma stakla - vrste stakla i načini detekcije

Detekcija loma stakla zauzima značajno mesto u zaštiti od provale zato što je to tip zaštite kojim se generiše alarm dok je „uljez“ još uvek na „granici“ ulaza u objekat, čime se smanjuje nivo uništenja ili materijalne štete unutar objekta.<sup>97)</sup>

Izbor uređaja i opreme čija je namena da se detektuje nasilan ulaz kroz staklenu površinu lomom ili sečenjem stakla, zavisi ne samo od sigurnosnih već i od drugih faktora, pre svega od vrste upotrebljenog stakla, kao i od arhitektonskih i dizajnerskih karakteristika objekta.

U principu, sa aspekta zaštite od provale postoje tri tipa stakla koja mogu da se nađu u objektu:

- obično - ravno staklo koje se najviše koristi za zastakljivanje, i koje prilikom loma daje velike i oštre komade,
- armirano staklo - segmentirano na delove pomoću tanke unutrašnje mreže ili napravljeno tako što se tokom procesa proizvodnje obično staklo sitni i topi na 750 °C, čime se menja njegova unutrašnja struk-tura. Time se dobija staklo koje se prilikom loma raspada u sitne komade,
- višeslojno - sigurnosno staklo sa najmanje dva sloja između kojih se nalazi neki polimer, čime se dobija staklo kod koga se prilikom loma komadi drže zajedno.

Ako se ovim vrstama stakla u procesu proizvodnje doda mreža provodnika ili provodni sloj (na primer, providna metalna folija na obično staklo) dobija se alarmno staklo čijim lomom se menjaju električni parametri na osnovu kojih može da se generiše alarmni signal. U principu, metodi za detekciju loma stakla se mogu svrstati u dve grupe:

- metodi za detekciju loma na osnovu mehaničkih karakteristika stakla i
- metodi za detekciju na osnovu akustičnih osobina stakla.

U skladu sa tim, najčešća podela detektora loma stakla je sledeća:

- vibracioni detektori loma stakla,
- akustični detektori loma stakla i
- kombinovani („dual“) detektori loma stakla.

Detektori loma stakla se u evropskom standardu EN (CLS/TS) 50131 - Alarm systems - Intrusion and hold-up systems definišu kroz tri standarda<sup>98)</sup>, i u skladu sa tim su podeljeni u tri kategorije:<sup>99)</sup>

- *akustični detektori loma stakla* - detektori koji se postavljaju u prostor koji se nadgleda i koji detektuju akustične promene u okolnoj sredini,
- *aktivni detektori loma stakla* - detektori koji se nalaze na samoj površini stakla i detektuju promene na toj površini prijemom, slanjem ili obradom signala,
- *pasivni detektori loma stakla* - detektori koji se montiraju na prozor ili na okvir prozora i detektuju energiju koja nastaje lomom stakla.

Treba napomenuti da se danas, posebno na Zapadu, koristi veliki broj različitih termina za detektore ovog tipa koji obavljaju istu funkciju. Na primer, termini *impact*, *shock* i *inertia*

<sup>97)</sup> Lom stakla se u EN 50131: Alarm systems - Intrusion and hold-up systems definiše na sledeći način: **glass breakage** - *physical destruction of a glass pane, which allows intrusion to the monitored area. For example in doors, windows or enclosures.*

<sup>98)</sup> EN 50131: Part 2-7-1: Intrusion detectors - *Glass break detectors (acoustic),*

EN 50131: Part 2-7-1: Intrusion detectors - *Glass break detectors (passive)* i

EN 50131: Part 2-7-1: Intrusion detectors - *Glass break detectors (active).*

<sup>99)</sup> **passive acoustic glass break detector** - *detector that is mounted in the area to be monitored, which detects an airborne acoustic event created by a glass breakage.*

**active surface mounted glass break detector** - *detector that detects changes to the integrity of a glass surface it is mounted on by sending, receiving and processing signals.*

**passive surface mounted glass break detector** - *detector that is mounted on a glass pane, which detects the energy emitted by a glass breakage of the pane the detector mounted on.*

označavaju detektore koji reaguju na vibracije na elektromehanički način, gde na aktiviranje kontakta utiče i gravitacija.

Termini *vibration* i *seizmic* u zapadnoj literaturi označavaju detektore koji koriste piezoelektrični element, tj. električni signal nastaje kao posledica vibracija među molekulima piezoelektričnog kristala, a koje su izazvane pritiskom koji je nastao od mehaničkih vibracija na površini na kojoj se nalazi detektor. Tako nastali električni signal se pojačava i filtrira i služi za generisanje alarma. U tekstu koji sledi korišćena je terminologija koja je odomaćena u našoj praksi u tehničkim sistemima zaštite.

### **18.1.1 Alarmna stakla sa diferencijalnim pritiskom**

Kod ovog tipa zaštite koji se još naziva i dvoslojni sistem sa diferencijalnim pritiskom, prozorskom staklu se dodaje još jedan sloj stakla na određenom rastojanju, kao kod primene u cilju termičke izolacije. Između slojeva stakla upumpava se vazduh čime se stvara vazdušni pritisak između slojeva koji se preko ventila sa dijafragmom ispušta u okolni prostor. Na ovaj način, merenjem diferencijalnog pritiska se određuje da li je došlo do loma ili ne. Pad pritiska dovodi do spajanja kontakta koji se nalaze u ventilu i generisanja signala alarma.

Ovakvi sistemi obezbeđuju veliku sigurnost, ali im je nedostatak što zahtevaju neprekidno napajanje i rad pumpe (kompresora) koja stvara pritisak između slojeva stakla.

### **18.1.2 Alarmna stakla sa provodnim slojevima**

U osnovnoj formi ovaj tip alarmnog stakla se sastoji od tri sloja koja su presvučena u samom procesu izrade provodnim slojevima (dva međusloja) od materijala koji je poznat kao PVB - *Polyvinil Butyral*.<sup>100)</sup> Sa slojeva su izvučeni kontakti do kontrolne jedinice koja se nalazi u blizini prozorskog otvora koji se nadgleda. U kontrolnoj jedinici se meri promena otpora slojeva u staklu koja nastaje lomom jer je vrednost otpora poznata za odgovarajuće dimenzije staklene površine. Nedostatak ovog sistema je taj što je posle loma i zamene stakla potrebno ponovo izvršiti podešavanja, a takođe pranjem ili grebanjem se menjaju karakteristike alarmnog stakla.

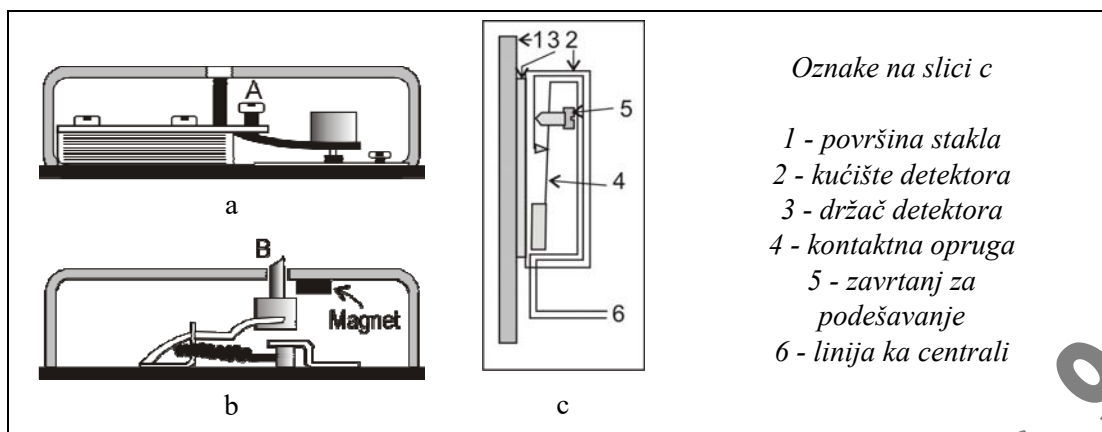
Na sličnom principu se realizuje i detekcija loma stakla pomoću mreže provodnika koja se ugrađuje u razne providne folije za oblaganje staklenih površina. I u ovom slučaju može da nastane problem u detekciji jer grebanjem, pranjem ili sličnim aktivnostima mogu da se promene električne osobine folije.

## **18.2 Vibracioni detektori loma stakla**

U principu, za detekciju loma stakla mogu da se iskoriste razni tipovi alarmnih kontakata, ali se najčešće koriste vibrokontakti koji se u osnovi sastoje od fosfor-bronzane opruge koja je pričvršćena na jednom kraju, dok je drugi kraj opterećen masom sa srebrnim kontaktom. Prilikom vibracija, uspostavlja se kontakt u deliću sekunde čime se generiše signal alarma. Principijelni način konstrukcije i postavljanja mehaničkih vibrokontakta su prikazani na slici 18.1. Na slici 18.1 a je prikazan tip kontakta koji se sam resetuje pri prestanku vibracija, a na slici b tip kontakta koji se resetuje pritiskom na taster posle detekcije i prestanka vibracija.

---

<sup>100)</sup> PVB - *Polyvinil Butyral* je vrsta smole koja se koristi od 1930. godine za spajanje slojeva pri proizvodnji laminiranog stakla. Dobija se hemijskom reakcijom polivinil alkohola sa butiraldehidom.



**Slika 18.1** Princip rada i primer realizacije mehaničkih vibracionih detektora loma stakla

Osetljivost vibrokontakta na slici 18.1 a koja zavisi od veličine zazora se podešava zavrtnjem označenim sa A. Ovaj tip kontakta ne razlikuje tip vibracija tako da je pitanje koliko je primenljiv u sredinama sa jakim saobraćajem ili u ambijentima gde postoje drugi izvori buke. Selektivnost uređaja, i samim tim pouzdanost detekcije, može da se poboljša brojanjem vibracija kontakta ili merenjem vremenskog intervala koliko dugo je kontakt otvoren.

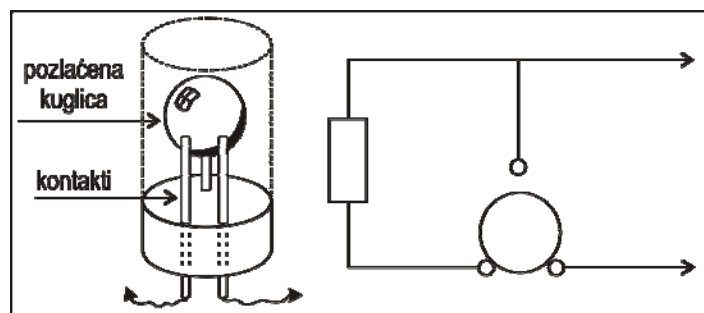
Drugi način realizacije mehaničkih vibrokontakta je prikazan na slici 18.1 b i to je tip koji se ne resetuje automatski, već pritiskom na taster. Naime, pod uticajem vibracija opruga će približiti kontakt dovoljno blizu stalnom magnetu koji će privući kontakt, čime će se generisati alarm. Resetovanje se obavlja pritiskom na taster B. Očigledan nedostatak ovog kontakta je što je lako onemogućiti njegovo funkcionisanje tako što se lepljivom trakom pritisne i pričvrsti taster B u donju poziciju.

Najzad, na slici 18.1 c je prikazan jedan mogući način postavljanja elektromehaničkog vibracionog kontakta na staklenu površinu ili na zid. Jedan kontakt je nategnut oprugom, dok je drugi kontakt pritisnut zavrtnjem koji služi za podešavanje osetljivosti detektora. Zazor između kontakta koji nastaje prilikom vibracija, a koji je definisan jačinom opruge i zavrtnjem, definiše amplitudu i učestanost vibracija na osnovu kojih se generiše signal alarma.

### 18.2.1 Inercioni detektori loma stakla

Inercioni detektori loma stakla (eng. *mass inertia detectors*) su se, kao tip detektora koji reaguje na vibracije, pojavili na tržištu 70 - tih godina prošlog veka da bi ubrzo bili izbačeni zbog slabog kvaliteta i male pouzdanosti. Krajem XX veka ponovo počinju da se koriste za detekciju loma stakla u kombinaciji sa savremenim elektronskim kolima za analizu signala koja se nalaze ili u kućištu detektora, ili u centralnoj jedinici sistema. Težinski inercioni detektori loma stakla reaguju na vibracije šireg opsega frekvencija od onih koje pripadaju lomu stakla, tako da je potrebno pažljivo izabrati mesto za postavljanje i zahtevaju detaljno testiranje pre uključivanja u sistem.

Na slici 18.2 je ilustrovan osnovni princip rada ovog tipa detektora koji se sastoji u tome da se u normalnom stanju kuglica ponaša kao kontakt u normalno zatvorenom strujnom kolu. Pomeranjem kuglice pod dejstvom vibracija dolazi do povremenih prekida strujnog kola, a od učestanosti prekida zavisi da li će doći do generisanja signala alarma ili ne. Naime, vibracije izazvane saobraćajem ili udarima vetra imaju frekvenciju od 3 do 20 Hz, dok vibracije koje nastaju nasilnim ulaskom imaju učestanost od 50 do 300 Hz, tako da se time definiše kriterijum generisanja alarmnog stanja.

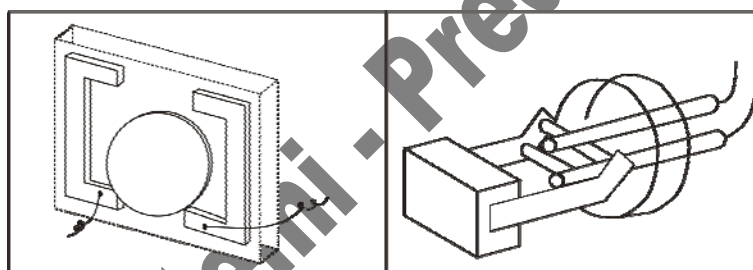


**Slika 18.2** Najjednostavniji (najstariji) primer realizacije inercionog detektora loma stakla sa pozlaćenom kuglicom stakla

Osetljivost inercionog detektora zavisi od fizičkih karakteristika kuglice i udaljenosti od kontakta, i može da se smanjuje dodavanjem stalnog magneta koji drži kuglicu u kontaktnom položaju kod vibracija manjeg intenziteta. Takav tip inercionog detektora se naziva *damped* dok detektori bez magneta imaju naziv *undamped*.

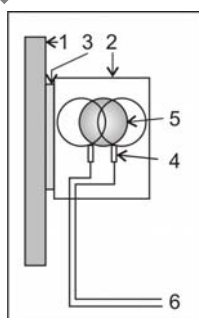
Inercioni detektori koji se danas nalaze na tržištu rade u opsegu od 10 Hz do 1500 Hz sa amplitudom od 2 mm do 20 mm, respektivno.

Opisani način za detekciju vibracija omogućava postavljanje ovog tipa detektora na površinu od bilo kog materijala koji može da prenosi vibracije. Zbog toga postoji veliki broj načina realizacije (slika 18.3) i primene ovog tipa detektora, ne samo za detekciju loma stakla već i za detekciju vibracija na zidu, slika 18.4.



**Slika 18.3** Načini realizacije inercionog detektora

Na slici levo se umesto kuglice koristi prsten koji je oslonjen između dva mesingana nosača. Postoje varijante ovog tipa detektora koje umesto prstena imaju dva paralelna masivna tega u obliku diska. Na slici desno je prikazana varijanta koja umesto kugle ima dva ukrštena kontakta (tzv. *cross-point detector*) gde se relativno lakom masom postiže isti efekat detekcije.



Oznake na slici:

- 1 - površina stakla ili zida
- 2 - kućište detektora
- 3 - držač detektora
- 4 - kontakti
- 5 - metalna kuglica
- 6 - linija ka centralnoj jedinici

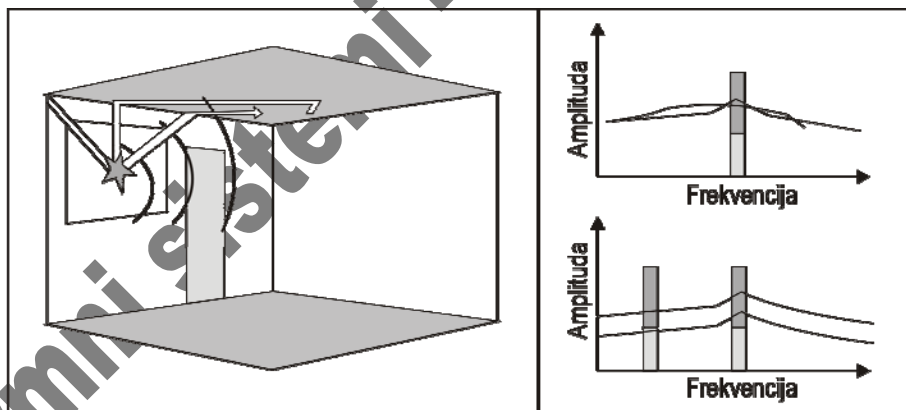
**Slika 18.4** Postavljanje inercionog detektora na staklo ili zid

### 18.3 Akustična detekcija loma stakla

Pojam akustične detekcije loma stakla i samim tip podela detektora koji rade na tom principu se različito definiše u literaturi. Naime, između akustičnih i vibracionih detektora postoji veoma fina razlika s obzirom na to da akustični detektori reaguju na vibracije koje se prenose kroz vazduh, dok ovi drugi detektuju vibracije koje se prenose kroz materijale i samu građevinsku konstrukciju. Zbog toga je možda prikladniji naziv za akustične detektore loma stakla - *zvučni (audio) detektori*, kao uređaji koji su osetljivi na vibracije vazduha u jednom ili više frekventnih opsega koji su u oblasti čujnosti ljudskog uha ili van tog opsega (ispod 20 Hz i iznad 20 kHz). Lom stakla proizvodi frekvencije poznate kao „šok“ frekvencije od infrazvuka do ultrazvuka, a najčešće u opsegu od 3 kHz do 5 kHz. Zbog toga postoji uslovna podela akustičnih detektora loma stakla na *piezoelektrične detektore* koji detektuju vibracije koje se prenose kroz staklo i okolne materijale i *audio detektore* koji detektuju zvuk koji je proizveden lomom stakla.

Kod detektora loma stakla koji koriste piezoelektrične senzore (većinom kristale i neke keramičke materijale) detektor se postavlja ili na samo staklo - za zaštitu prozora pojedinačno, ili na okvir prozora što omogućava da se štiti više prozora u isto vreme. Piezoelektrični senzor se podešava najčešće na frekvenciju od 5 kHz („šok“ frekvencija) koja je uvek prisutna kod loma stakla. Detektor se vezuje jednom paricom na centralu, ne zahteva napajanje jer se jedini električni signal u kolu generiše od strane senzora, tako da je imun na lažne alarme.

Energija loma se uvek koncentriše na uglovima stakla tako da se ovaj detektor postavlja u uglove prozora. Proizvođači obično daju opseg - maksimalno rastojanje tačke udara u okviru koga je moguća detekcija (obično 3 do 4 m), tako da je moguće da ne dođe do detekcije van tog opsega, čak i ako se slomi cela staklena površina. Za primene gde se zahteva visoka sigurnost koriste se akustični detektori u dvostrukoj, tzv. *dual* tehnologiji, kao kombinacija audio i vibracionog detektora u istom kućištu.



**Slika 18.5 Akustični detektori „single“ i „dual“ tipa**

*Single tip (gore desno) detektuje jedan opseg frekvencija, dual tip detektuje mehaničke vibracije i akustični signal (dole desno i levo na slici).*

Ometajući faktori koji mogu da izazovu lažne alarme su razni izvori RF talasa, ambijentalna buka koja potiče od mašina za čišćenje, buka industrijskih mašina i kancelarijskih uređaja koja može da izazove vibracije koja su u opsegu detekcije.

Osnovu funkcionisanja audio detektora loma stakla čini piezoelektrični mikrofoni koji konvertuju zvučne talase u električni signal. Postoje tri metoda koji se koriste za detekciju:

1. detekcija jedne ili dve frekvencije,
2. korišćenje „dual“ tehnologije za detekciju,
3. detekcija prepoznavanjem uzorka.

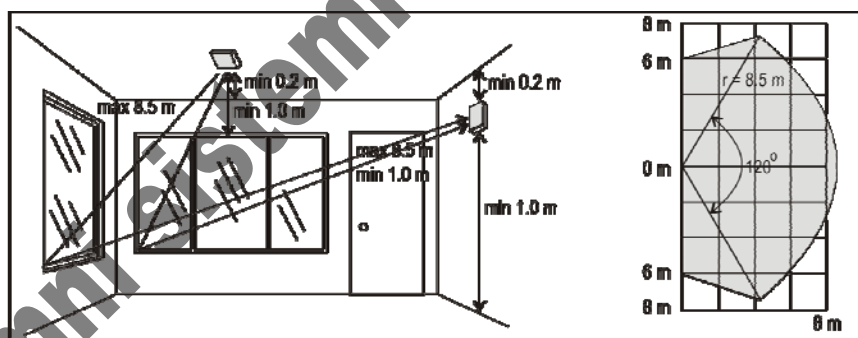
Kod prvog metoda, akustični senzor detektuje jednu ili dve frekvencije koje pripadaju lomu stakla tako što se signal sa mikrofona analizira pomoću prateće elektronike, obično u trajanju od 100 ms. Osnovna frekvencija loma stakla koja se detektuje je 5 kHz, a u cilju smanjenja stope lažnih alarma analizira se još jedna ili dve dodatne frekvencije. Mana ovog načina detekcije je što „tiho“ lomljenje neće biti detektovano.

Kod drugog metoda, koriste se dve različite tehnologije za detekciju loma - zvučni signal koji se prostire kroz vazduh i detekcija mehaničkih vibracija koje pripadaju lomu stakla.

Kod trećeg metoda, koji je najpouzdaniji, ne analiziraju se pojedine frekvencije već ceo spektar frekvencija koje pripadaju lomu stakla za određeno vreme. Time je omogućena detekcija nezavisno od intenziteta zvuka koji je nastao lomom. Za analizu i obradu podataka se koriste elektronska kola posebne namene *ASIC* (eng. *application-specific integrated circuits*) koja obavljaju obradu podataka paralelno za ceo spektar frekvencija u prvih 100 ms koji su kritični za lom stakla. Signal se filtrira i analizira frekventno i po nivou, da bi se izdvojio od ambijentalne buke i zvukova iz drugih izvora. Posle izdvajanja, signal se upoređuje sa definisanim uzorkom za lom stakla i generiše signal alarma.

Lom stakla koji se može detektovati se obično definiše kao lom koji može da napravi otvor dovoljan da prođe ruka. Prodor metka ili udarac od koga staklo samo naprsne se ne detektuje. Evropski standard EN 50131-2-7-1 za testiranje detektora preporučuje prostoriju dimenzija  $8 \times 4$  m, sa minimalnom visinom od 2.5 m i maksimalnom od 4 m, pri čemu se detektor postavlja na kraći zid. Dodatna preporuka je da pod bude prekriven tepihom.

Na osnovu ovih preporuka, maksimalno rastojanje na kome može da se detektuje lom stakla korišćenjem ovog principa, kod većine proizvođača iznosi oko 8 m. Detektor se postavlja na zid suprotno od prozora ili na tavanicu, potrebna je optička vidljivost do površine koja se štiti, a najčešće se poluprečnik pokrivanja kreće od 6 do 8 m, bez obzira na to da li se montira na zid ili na tavanicu. Na slici 18.6 je prikazan način postavljanja akustičnog detektora loma stakla jednog proizvođača, kao i zona pokrivanja.



**Slika 18.6** Način postavljanja i površina pokrivanja akustičnog detektora loma stakla

Na kraju, osnovne preporuke za korišćenje detektora loma stakla su sledeće:

- Za zaštitu pojedinih prozora treba koristiti detektore vibracija;
- Za zaštitu prostorija ili zidova koji imaju veliku površinu treba koristiti akustične detektore;
- Ako u prostoriji postoje teške (debele) zavese ili draperije, detektor treba montirati iza njih;
- Akustični detektori mogu pouzdano da rade samo u pravo-linijskom vidnom polju. Ne mogu da detektuju iza uglova, iza nameštaja i slično;
- Akustični detektori reaguju samo na frekvenciju loma stakla, a ne i plastike;
- Treba izbegavati instalaciju detektora u malim prostorijama u kojima je prisutna buka, kompresori ili slični uređaji;
- Treba proveriti akustičnost prostorije pre postavljanja. Tepisi, nameštaj, roletne i slično, smanjuju mogućnost detekcije.