

Aké vlastnosti má ortuťový spínač, napríklad modul KY-017, z hľadiska spínania malých signálov oproti klasickým relé?

Ortuťové spínače, ako je modul **KY-017**, majú v porovnaní s klasickými mechanickými relé špecifické vlastnosti, ktoré ich robia ideálnymi na spínanie malých a citlivých signálov. Hlavným rozdielom je spôsob kontaktu – kým relé využíva suchý mechanický dotyk, ortuťový spínač využíva tekutý kov.

Kľúčové vlastnosti pre malé signály

- **Nízky a stabilný prechodový odpor:** Ortuť je vynikajúci vodič a jej tekutá forma zabezpečuje veľkú kontaktnú plochu. Na rozdiel od relé, kde sa kontakty časom opotrebovávajú (erózia) a oxidujú, čím rastie ich odpor, ortuťové kontakty zostávajú prakticky nemenné a zabezpečujú predvídateľné vedenie signálu.
- **Absencia odskakovania kontaktov (Contact Bounce):** Pri klasickom relé dochádza pri zopnutí k mechanickým nárazom a krátkym rozpojeniam (odskokom), čo v digitálnych obvodoch generuje šum. Ortuť vďaka svojej viskozite a povrchovému napätiu „pohltnúť“ kontakt bez odskokov, čo je kritické pri spínaní veľmi rýchlych alebo citlivých logických signálov.
- **Hermetické uzavretie:** Kontakty sú zvyčajne v sklenenej alebo kovovej ampulke, čo ich chráni pred vlhkosťou, prachom a oxidáciou. To je výhoda oproti bežným relé, kde by v agresívnom prostredí mohlo dôjsť k znehodnoteniu kontaktov určených pre malé prúdy.
- **Extrémna životnosť:** Keďže nedochádza k mechanickému opotrebovaniu trením alebo opalovaním (eróziou) pevných častí, ortuťové spínače vydržia milióny cyklov bez zmeny parametrov.

Porovnanie s klasickým relé

Vlastnosť	Ortuťový spínač (napr. KY-017)	Klasické mechanické relé
Mechanický odskok	Prakticky žiadny (čistý signál)	Výrazný (vyžaduje debouncing)
Odpor kontaktov	Veľmi nízky a konštantný	Časom rastie kvôli oxidácii
Polohová závislosť	Nutná (funguje na princípe náklonu)	Nezávislá (funguje v každej polohe)
Rýchlosť spínania	Obmedzená pohybom kvapaliny	Limitovaná mechanikou kotvy
Ekologický aspekt	Toxická ortuť (podlieha reguláciám)	Bezpečné materiály

Upozornenie: Modul **KY-017** je primárne **senzor náklonu**. Hoci dokáže spínať signál, jeho stav závisí od jeho orientácie v priestore, zatiaľ čo relé spínate elektricky pomocou cievky bez ohľadu na polohu zariadenia.

Chceli by ste vedieť, ako správne zapojiť **KY-017 k Arduinu** pre čisté snímanie stavu?

Aký maximálny prúd dokáže spínať modul KY-017?

Modul **KY-017** je navrhnutý primárne ako **senzor náklonu**, nie ako výkonový spínač. Jeho elektrické limity sú preto prispôbené na prácu s logickými signálmi pre mikrokontroléry (ako Arduino).

- **Maximálny spínaný prúd:** Výrobca uvádza maximálnu zaťažiteľnosť výstupu (Signal Pin) na úrovni približne **15 mA**.

- **Pracovný prúd (vlastná spotreba):** Samotný modul pri prevádzke odoberá veľmi malý prúd, zvyčajne okolo **0,3 mA**.
- **Pracovné napätie:** Modul je určený pre napätie v rozsahu **3,3 V až 5,5 V**.

Prečo nepoužívať KY-017 na priame spínanie zát'aže?

Hoci samotná ortuťová ampulka by technicky mohla zvládnuť vyššie prúdy (v závislosti od typu ampulky), modul KY-017 obsahuje ďalšie komponenty, ako je **LED dióda a rezistor (680 Ω)**. Tieto sú zapojené tak, aby indikovali stav zopnutia, a nie sú dimenzované na napájanie motorov, silných svetiel alebo iných spotrebičov.

Ak potrebujete spínať zariadenie s vyšším odberom, KY-017 by mal slúžiť len ako vstup pre Arduino, ktoré následne cez tranzistor alebo relé zopne potrebný výkon.

Chceli by ste odporúčenie na konkrétny **tranzistor alebo modul**, ktorý by ste mohli použiť v kombinácii s KY-017 na spínanie väčšej zát'aže?

Aký prúd a napätie dokáže spínať samotná ortuťová ampulka? Je k nej nejaký katalógový list? Pod akým označením sa predáva?

Samostatná ortuťová ampulka, ktorá sa nachádza v moduloch ako KY-017, má výrazne vyššie limity ako samotný plošný spoj modulu. Tieto súčiastky sa zvyčajne predávajú pod všeobecným názvom **Mercury Tilt Switch** (ortuťový snímač náklonu).

Parametre bežnej sklenenej ampulky

Pre miniatúrne sklenené ampulky (približne 13x4 mm až 20x5 mm), ktoré sa používajú v hobby elektronike, sú typické tieto hodnoty:

- **Napätie:** Zvyčajne do **20 V až 50 V DC** (niektoré priemyselné verzie zvládnu až 250 V AC, ale tie v moduloch nie sú na to izolované).
- **Prúd:** Bežne medzi **100 mA až 500 mA** (priemyselné typy môžu spínať 1 A aj viac).
- **Prechodový odpor:** Veľmi nízky, zvyčajne pod **100 mΩ** (často až 20 mΩ).
- **Uhol zopnutia:** Typicky **10° až 45°** v závislosti od geometrie ampulky.

Označenie a katalógové listy

Väčšina týchto súčiastok nemá jednoznačné modelové číslo (ako napr. tranzistory), pretože ide o komoditné súčiastky od rôznych výrobcov. V obchodoch ich nájdete pod označeniami:

- **SW-460** alebo **SW-520D** (hoci tieto sú často guľičkové, niekedy sa tak predávajú aj ortuťové).
- **Mer-410** alebo **Mer-516** (označenie podľa rozmerov ampulky, napr. 4x10 mm).
- **G8Z** alebo **CM1320** (špecifické priemyselné rady od výrobcov ako [Comus International](#) alebo Durakool).

Kde hľadať dáta

Ak hľadáte oficiálny katalógový list pre podobné komponenty, najlepším zdrojom sú výrobcovia špecializujúci sa na senzory náklonu:

- **Comus International:** Ponúka detailné PDF datasheety pre rôzne veľkosti a prúdové zaťaženia (napr. rady CM1300).
- **Assemttech:** Široká ponuka sklenených aj kovových ortuťových spínačov.

Dôležitá poznámka: Pri spínaní striedavého napätia (AC) je schopnosť uhasiť elektrický oblúk oveľa vyššia ako pri jednosmernom (DC). Ak plánujete spínať **DC prúdy nad 100 mA**, životnosť kontaktov sa môže skrátiť v dôsledku postupného prenosu materiálu elektród do ortuti. Potrebujete pomôcť s výberom konkrétneho typu pre **sieťové napätie 230 V**, alebo zostávate pri **nízkom napätí**?

Existujú sklenené teplomere, kde bola toxická ortuť nahradená iným tekutým kovom. Je to takto aj s ortuťovými spínačmi?

Áno, presne tak. Kvôli prísny environmentálnym reguláciám (ako smernica **RoHS** v EÚ) sa toxická ortuť v spínačoch nahrádza bezpečnejšími alternatívami, podobne ako v lekárskejších teplomeroch.

Tu sú hlavné náhrady, s ktorými sa dnes stretnete:

1. Galinstan (Zliatina gália, indiu a cínu)

Ide o priamu analógiu k spomínaným teplomerom. Galinstan je pri izbovej teplote tekutý kov s veľmi podobnými elektrickými vlastnosťami ako ortuť.

- **Výhody:** Netoxický, nízky prechodový odpor, žiadny odskok kontaktov.
- **Nevýhoda:** Galinstan má tendenciu „zmáčat“ (lepiť sa na) sklo a iné materiály oveľa viac ako ortuť, čo komplikuje konštrukciu spoľahlivých spínačov. Preto sú tieto spínače drahšie a menej bežné v masovej výrobe.

2. Guličkové spínače (Rolling Ball Switches)

Toto je **najčastejšia náhrada** v hobby moduloch (napr. modul **SW-520D**, ktorý vyzerá takmer identicky ako KY-017). Namiesto tekutiny je v kovovom puzdre jedna alebo dve malé kovové guľičky.

- **Rozdiel:** Pri naklonení guľička prepojí dva kontakty.
- **Nevýhody oproti ortuti:** Trpia mechanickým **odskokom kontaktov** (v Arduine musíte použiť softvérový debounce) a majú vyšší šum signálu, pretože guľička môže pri vibráciách jemne odskakovať.

3. Elektrolytické senzory náklonu

Používajú vodivú kvapalinu (elektrolyt), ktorá nie je kovom. Zmena náklonu mení odpor medzi elektródami.

- **Využitie:** Skôr na presné meranie uhla (vodováhy) než na priame silové spínanie.

4. MEMS akcelerometre (napr. ADXL345)

V modernej elektronike (smartfóny, drony) úplne vytlačili ortuťové spínače. Ide o miniatúrne čipy, ktoré merajú náklon elektronicky.

- **Výhody:** Extrémna presnosť, žiadne pohyblivé časti makroskopických rozmerov, žiadna toxicita.

Prečo sa ortuť stále používa?

V špeciálnych priemyselných aplikáciách sa ortuť drží kvôli svojej unikátnej schopnosti **samočistenia kontaktov** a schopnosti spínať vysoké prúdy bez opotrebovania (pri každom zopnutí vzniká v podstate „nový“ povrch kontaktu).

Ak hľadáte bezpečnú náhradu pre svoj projekt s Arduino, odporúčam siahnuť po spomínanom guličkovom senzore **SW-520D**.

Chcete porovnať **kód pre Arduino** pre ortuťový spínač a guličkový spínač (riešenie odskokov)?

Z akého kovu sú vyrobené kontakty v ortuťovej ampulke modulu KY-017?

Kontakty (elektrody) v bežnej ortuťovej ampulke, aká sa nachádza v module **KY-017**, sú najčastejšie vyrobené z **volfrámu** (Tungsten) alebo zo špeciálnych zliatin **železa a niklu**.

Prečo práve tieto kovy?

Výber materiálu je kritický pre správnu funkciu a dlhú životnosť spínača:

- **Odolnosť voči „zmáčaniu“:** Volfrám a určité zliatiny železa sa ortuťou „nezmáčajú“. To znamená, že ortuť sa na ne neprilepí, ale po nich sklzne. Toto je kľúčové pre okamžité a čisté rozpojenie obvodu pri naklonení ampulky.
- **Vysoká teplota tavenia:** Volfrám má extrémne vysoký bod tavenia, čo pomáha elektródam odolávať mikroskopickým elektrickým oblúkom, ktoré vznikajú pri spínaní (hoci v prípade ortuti je tento jav minimalizovaný samotným tekutým kovom).
- **Tepelná rozťažnosť:** Materiál elektród musí mať podobný koeficient tepelnej rozťažnosti ako sklo ampulky (často borosilikátové sklo), aby pri zmenách teploty nedošlo k prasknutiu hermetického spoja tam, kde drôt prechádza cez sklo.

Konštrukcia kontaktov v KY-017

V miniatúrnych ampulkách na module KY-017 môžete často vidieť dva drôtičky vyčnievajúce do vnútra banky:

1. **Dlhý kontakt:** Často zasahuje hlbšie, aby bol v neustálom styku s ortuťou v určitej polohe.
2. **Krátky kontakt:** Umiestnený tak, aby sa ho ortuť dotkla až po naklonení, čím uzavrie obvod.

V priemyselných aplikáciách sa niekedy používa aj **molybdén** alebo elektródy s povrchovou úpravou z **platiny**, aby sa dosiahla ešte vyššia spoľahlivosť, no pre bežné hobby senzory sú štandardom práve tvrdé a chemicky odolné kovy ako volfrám alebo upravená oceľ.

Zaujíma vás, ako tieto materiály ovplyvňujú **rýchlosť odozvy** senzora pri detekcii vibrácií?

