

کلید جیوه ای شیشه‌ای – سنسور تشخیص زاویه و شیب با دقت بالا

کلید جیوه‌ای یکی از قطعات ساده اما بسیار کاربردی در دنیای الکترونیک است که برای تشخیص زاویه، تغییر وضعیت و حرکت در مدارهای مختلف استفاده می‌شود. این قطعه که با نام **Mercury Tilt Switch** نیز شناخته می‌شود، با استفاده از مقدار کمی فلز مایع جیوه داخل یک لوله شیشه‌ای عمل کرده و با تغییر زاویه، اتصال الکتریکی بین پایه‌ها را برقرار یا قطع می‌کند.

کلیدهای جیوه‌ای به دلیل ساختار ساده، دقت بالا و عملکرد سریع در بسیاری از پروژه‌های الکترونیکی، سیستم‌های هشدار، تجهیزات صنعتی و مدارهای کنترلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع کلیدها مخصوصاً در پروژه‌هایی که نیاز به تشخیص کج شدن یا تغییر زاویه دستگاه دارند بسیار کاربردی هستند.

عملکرد کلید جیوه ای (Tilt Switch)

کلید جیوه‌ای در دسته کلیدهای حساس به زاویه (Tilt Switch) قرار می‌گیرد. داخل این قطعه یک لوله شیشه‌ای کوچک وجود دارد که درون آن دو الکتروود فلزی و مقدار کمی جیوه قرار گرفته است.

در حالت عادی، این کلید به صورت **Normally Open** (باز) عمل می‌کند. یعنی زمانی که قطعه در زاویه مناسب قرار ندارد، بین پایه‌ها هیچ اتصالی وجود ندارد.

اما زمانی که سنسور در زاویه مشخصی قرار می‌گیرد، جیوه در اثر نیروی جاذبه حرکت کرده و دو الکتروود داخلی را به یکدیگر متصل می‌کند. در این حالت مدار الکتریکی وصل شده و جریان عبور می‌کند. با تغییر زاویه و بازگشت جیوه به موقعیت قبلی، اتصال قطع شده و مدار دوباره باز می‌شود.

زاویه عملکرد این نوع کلید معمولاً بین 5 تا 10 درجه است که باعث می‌شود بتواند تغییرات کوچک در وضعیت دستگاه را نیز تشخیص دهد.

مشخصات فنی کلید جیوه ای

این کلید جیوه‌ای دارای مشخصات فنی استاندارد است که آن را برای استفاده در انواع مدارهای الکترونیکی مناسب می‌کند.

مهم‌ترین مشخصات این قطعه عبارتند از:

- نوع عملکرد: کلید حساس به زاویه (Tilt Switch)
- وضعیت کنتاکت: Normally Open (عموماً باز)
- ولتاژ کاری: تا 20 ولت DC
- جریان مجاز: حداکثر 300 میلی‌آمپر
- زاویه عملکرد: حدود 5 تا 10 درجه
- مقاومت کنتاکت: تقریباً 0.2 اهم
- تعداد پایه‌ها: 2 پایه
- نوع نصب: نصب از طریق سوراخ (Through Hole)
- جنس بدنه: شیشه‌ای
- ابعاد: طول حدود 13 ± 1 میلی‌متر و قطر 4 تا 5 میلی‌متر

این مشخصات باعث می‌شود این کلید برای مدارهای کم‌ولتاژ و پروژه‌های الکترونیکی سبک گزینه‌ای مناسب باشد.

ساختار و طراحی کلید جیوه ای

بدنه این کلید از شیشه مقاوم ساخته شده است تا جیوه داخل آن به صورت ایمن نگهداری شود. داخل لوله شیشه‌ای دو الکتروود فلزی قرار دارد که توسط قطره جیوه به یکدیگر متصل می‌شوند.

جیوه به دلیل رسانایی بسیار بالا و خاصیت مایع بودن به راحتی در داخل محفظه حرکت می‌کند و می‌تواند در زمان تغییر زاویه، تماس الکتریکی دقیقی ایجاد کند.

دو پایه فلزی از پایین قطعه خارج شده‌اند که امکان نصب مستقیم روی برد مدار چاپی (PCB) را فراهم می‌کنند. این نوع پایه‌ها برای نصب Through Hole طراحی شده‌اند و در پروژه‌های الکترونیکی بسیار رایج هستند.

کاربردهای کلید جیوه ای

کلیدهای جیوه‌ای در بسیاری از سیستم‌ها و تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از مهم‌ترین کاربردهای این قطعه عبارتند از:

سیستم‌های هشدار و امنیتی

در برخی سیستم‌های دزدگیر از این کلید برای تشخیص حرکت یا جابجایی دستگاه استفاده می‌شود.

تجهیزات صنعتی

در دستگاه‌های صنعتی برای تشخیص زاویه یا وضعیت قرارگیری قطعات از کلیدهای جیوه‌ای استفاده می‌شود.

سنسور تشخیص شیب

در برخی مدارها از این قطعه به عنوان سنسور تشخیص کج شدن یا شیب استفاده می‌شود.

پروژه‌های آردوینو و رباتیک

در پروژه‌های آموزشی و رباتیک می‌توان از این کلید برای تشخیص حرکت، لرزش یا تغییر وضعیت دستگاه استفاده کرد.

سیستم‌های ایمنی

در برخی دستگاه‌ها برای تشخیص واژگونی یا تغییر موقعیت دستگاه از این نوع سنسورها استفاده می‌شود.

مزایای استفاده از کلید جیوه ای

کلیدهای جیوه‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود دارای مزایای متعددی هستند.

از مهم‌ترین مزایای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دقت بالا در تشخیص زاویه
- مقاومت تماس بسیار پایین (حدود 0.2 اهم)
- عملکرد سریع و پایدار
- طول عمر بالا
- نویز الکتریکی بسیار کم
- ساختار ساده و قابل اعتماد

این ویژگی‌ها باعث شده این قطعه در بسیاری از مدارهای کنترلی و سنسورهای ساده مورد استفاده قرار گیرد.

نکات مهم در استفاده از کلید جیوه ای

به دلیل استفاده از جیوه در داخل قطعه باید هنگام استفاده از آن دقت کافی داشته باشید.

نکات مهم:

- از وارد شدن ضربه به بدنه شیشه‌ای جلوگیری کنید
- از شکستن قطعه جلوگیری شود
- در محیط‌های آزمایشگاهی با احتیاط استفاده شود
- دور از دسترس کودکان نگهداری شود

با رعایت این نکات می‌توان از این قطعه به صورت ایمن و طولانی مدت استفاده کرد.

Mercury Tilt Switch – Glass Angle Detection Switch

A Mercury Tilt Switch is a compact and reliable electronic component designed to detect **tilt or orientation changes** in electronic circuits. It contains a small amount of **liquid mercury sealed inside a glass tube** that acts as a conductive bridge between electrodes when the device is tilted.

This component is widely used in **motion detection circuits, security systems, industrial equipment, and electronic DIY projects** due to its simple structure and reliable performance.

Operating Principle

This device functions as a **Tilt Switch**. In its normal position, the switch remains **Normally Open (NO)**. When the sensor is tilted to a certain angle, the mercury flows inside the glass capsule and connects the internal electrodes, allowing current to pass through the circuit.

When the angle changes again, the mercury moves away from the contacts and the circuit opens.

Technical Specifications

- Operating Type: Tilt Switch
- Contact Type: Normally Open
- Operating Voltage: Up to 20V DC
- Maximum Current: 300 mA
- Activation Angle: 5° to 10°
- Contact Resistance: Approx. 0.2 Ohm
- Body Material: Glass
- Mounting Type: Through Hole
- Number of Pins: 2 Pins
- Dimensions: Length 13 ±1 mm, Diameter 4–5 mm

Applications

Mercury tilt switches are commonly used in:

- Motion detection systems
- Security and alarm devices
- Industrial control equipment
- Tilt detection circuits
- Arduino and electronics DIY projects
- Safety and orientation detection systems

Conclusion

The mercury tilt switch is a **simple, reliable, and precise tilt detection component**. With its compact glass design, low contact resistance, and stable switching behavior, it remains a useful solution for many electronic and sensing applications.

