

2.13

Elementy
elektromechaniczne**Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:**

- jakie są rodzaje silników,
- jak działają przekaźniki,
- czym są serwomechanizmy,
- do czego służą gniazda i wtyki,
- jak wykorzystuje się przełączniki, klawiatury, impulsatory.

Elementy elektromechaniczne to istotne elementy elektroniki. Są to zarówno elementy wykonawcze, takie jak silniki czy siłowniki, jak i elementy łącznikowe i pozwalające na wprowadzanie informacji, czyli np. klawiatury. Część elementów wykonawczych zawiera układy dostarczające informacje zwrotne o wykonaniu zadanego polecenia, co podnosi poziom pewności zadziałania urządzenia oraz precyzję jego działania.

2.13.1. Silniki DC i wentylatory

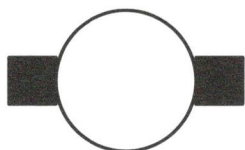
Silniki prądu stałego są elementami zamieniającymi energię elektryczną na energię mechaniczną. Służą m.in. do napędu:

- szuflad w odtwarzaczach DVD,
- zabawek,
- regulatorów,
- dronów,
- elektronarzędzi.

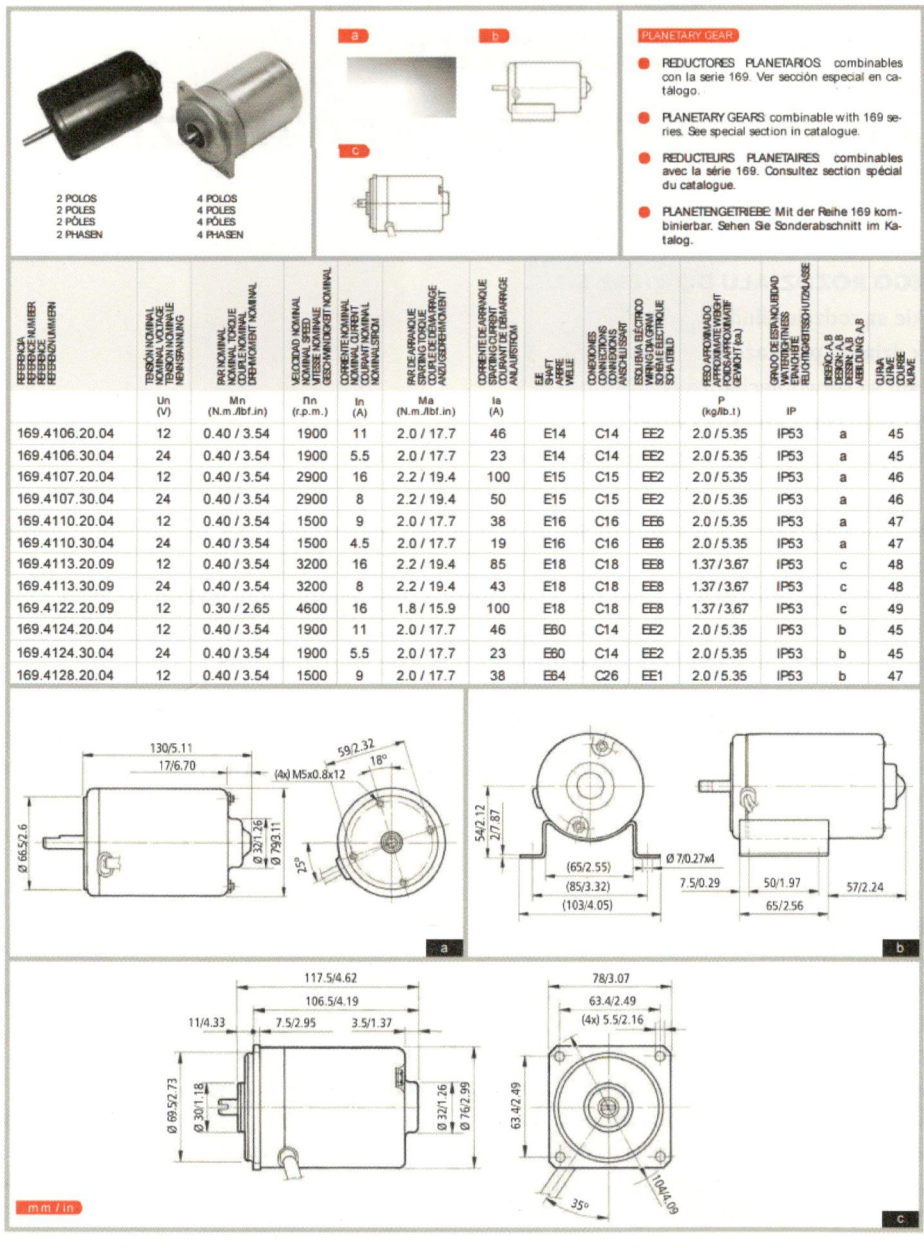
Mają dużą moc i znaczny moment obrotowy. Problemem może być w nich precyzyjna regulacja prędkości obrotowej. Te silniki występują zasadniczo w dwóch wersjach:

- szczotkowej (prąd jest dostarczany do uzwojenia przez szczotki komutatora),
- bezszczotkowej (prąd jest dostarczany przez układ elektroniczny).

Silniki szczotkowe są tańsze, ale zużywają więcej energii przy tej samej mocy mechanicznej. Szczotki dość szybko się zużywają, nawet te wykonane ze specjalnego węgla, zwłaszcza w urządzeniach o dużej prędkości obrotowej i mocy. Takich silników używa się powszechnie w sprzęcie RTV / AGD, zabawkach, modelach, tańszych elektronarzędziach.



Rys. 2.105. Symbol silnika szczotkowego prądu stałego



Rys. 2.106. Nota katalogowa silnika szczotkowego

Silniki bezszczotkowe mają większą sprawność i umożliwiają dokładniejszą kontrolę prędkości obrotowej. Niestety, są droższe niż szczotkowe, gdyż wymagają elektroniki sterującej. Powszechnie używa się ich w wentylatorach (np. komputerowych), elektronarzędziach wyższej klasy oraz do napędu modeli, w tym dronów.

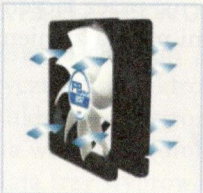
Silniki bezszczotkowe mają zazwyczaj dwa wyprowadzenia, czasem trzy lub cztery – trzecie przekazuje informację z czujnika prędkości obrotowej w postaci impulsów elektrycznych (jeden obrót, jeden impuls), a czwarte służy do kontroli prędkości obrotowej przy użyciu PWM.

High Performance PWM Case Fans

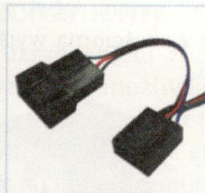
The **F8 PWM PST** case fans are dedicated to outperform their counterparts in terms of cooling performance and noise level.

Specifications	
Fan	80 mm, 850 - 2.000 RPM (controlled by PWM)*
Airflow	31 CFM / 52.7 m ³ /h
Bearing	Fluid Dynamic Bearing
Noise Level	0.3 Sone
Current / Voltage	0.16A / +12V DC
Dimensions	80 (L) x 80 (W) x 25 (H) mm
Weight	72 g

*The minimum speed is tested based on a duty cycle of 20%

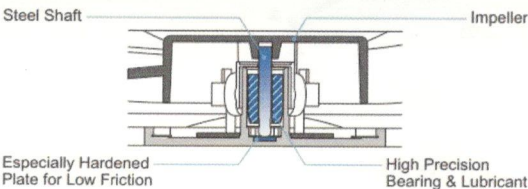


Airflow Directions



PWM Plug Set (PST)

Fluid Dynamic Bearing



The PST ensures all PWM-controlled devices to run at optimal speed (and hence lower noise level) based on the actual CPU cooling demand.



Rys. 2.107. Fragment noty katalogowej wentylatora sterowanego PWM

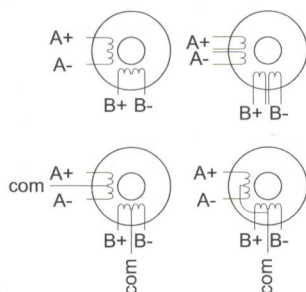
2.13.2. Silniki krokowe

Silniki krokowe, w przeciwieństwie do silników DC, pozwalają na obrócenie osi o ściśle zadany kąt. Prędkość obrotową można precyzyjnie regulować. Cechują je wysoki moment obrotowy i możliwość blokady wrzeciona (wrzeciono się nie obraca, a jednocześnie moment obrotowy wywołany prądem nie pozwala na jego swobodny obrót). Ograniczeniami tych silników są niska prędkość obrotowa oraz spadek momentu obrotowego wraz ze wzrostem obrotów.

Silniki krokowe wymagają specjalnego sterowania, zwykle nie wystarcza podłączenie zasilania. Świetnie nadają się do sterowania przez mikrokontrolery i sterowniki.

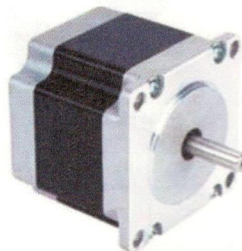
Powszechnie używa się ich w maszynach CNC, modelach, urządzeniach elektromechanicznych. Ze względu na brak szczotek są wyjątkowo trwałe.

Mają cztery, sześć lub osiem wyprowadzeń uzwojeń, które służą do sterowania. Dzieli się je na bipolarne i unipolarne.



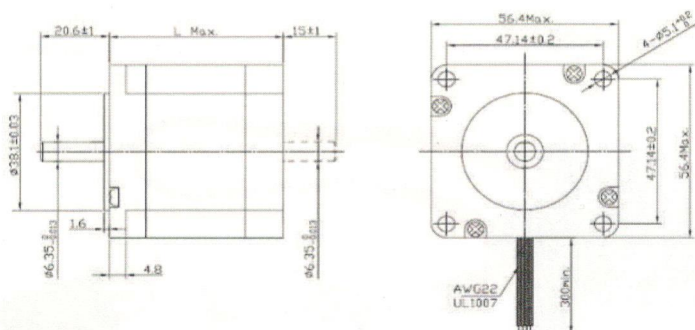
Rys. 2.108. Schematy uzwojeń silników krokowych: u góry – bipolarnych, na dole – unipolarnych; silniki krokowe mają 2 lub 4 uzwojenia oznaczane jako A i B. Jeżeli uzwojenia mają wspólne wyjście, oznacza się je jako com; znakami + i – oznaczono polaryzację uzwojeń

Silnik bipolarny z ośmioma wyprowadzeniami można łatwo zamienić przez łączenie uzwojeń w dowolny inny typ. Silnik unipolarny z sześcioma wyjściami można zamienić w silnik bipolarny z czterema wyprowadzeniami.



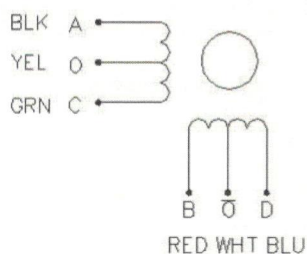
Item	Specifications
Step Angle	1.8°
Temperature Rise	80°C max
Ambient Temperature	-20°C ~ +50°C
Insulation Resistance	100 MΩ Min. ,500VDC
Dielectric Strength	500VAC for 1minute
Shaft Radial Play	0.02Max. (450g-load)
Shaft Axial Play	0.08Max. (450g-load)
Max. radial force	75N (20mm from the flange)
Max. axial force	15N

Rys. 2.109. Fragment noty katalogowej silnika krokowego

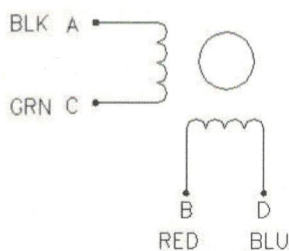


Wiring Diagram:

6 LEADS



4 LEADS



Rys. 2.109. cd. Fragment noty katalogowej silnika krokowego

2.13.3. Serwomechanizmy

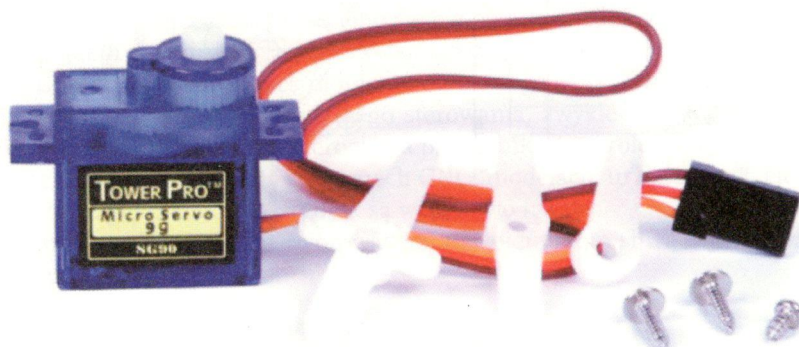
Serwomechanizm jest urządzeniem złożonym z podzespołów mechanicznych, elektrycznych i elektronicznych. Umożliwiają obrót osi o zadany kąt. Potencjometr wraz z układem elektronicznym wysyłają sterownikowi informację zwrotną o kącie położenia wału. Serwomechanizmów używa się w przemyśle, zabawkach, modelarstwie itp. Mają trzy wyprowadzenia: dwa służą do zasilania, trzecie wysyła informację zwrotną o położeniu wału.



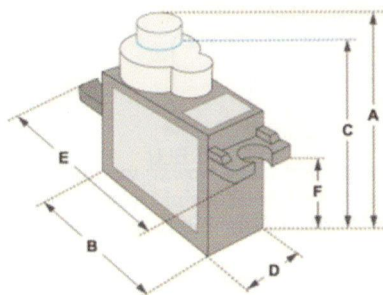
Rys. 2.110. Serwomechanizm

SERVO MOTOR SG90

DATA SHEET



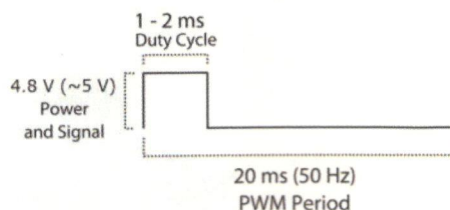
Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but smaller. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

**Dimensions & Specifications**

A (mm) :	32
B (mm) :	23
C (mm) :	28.5
D (mm) :	12
E (mm) :	32
F (mm) :	19.5
Speed (sec) :	0.1
Torque (kg-cm) :	2.5
Weight (g) :	14.7
Voltage :	4.8 - 6

Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2ms pulse) is middle, is all the way to the right, "-90" (~1ms pulse) is all the way to the left.

PWM = Orange (⌋⌋)
 Vcc = Red (+)
 Ground = Brown (-)



Rys. 2.111. Nota katalogowa serwomechanizmu

2.13.4. Przełączniki, przyciski, impulsatory

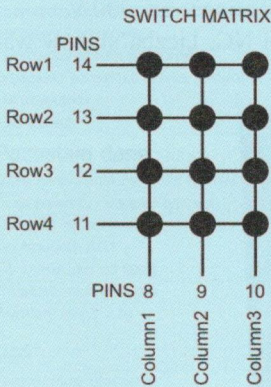
Przyciski, manipulatory, zadajniki to elementy umożliwiające interakcję użytkownika z urządzeniem. Są to zazwyczaj elementy mechaniczne, które po ingerencji użytkownika zmieniają swoje właściwości elektryczne, np. rezystancję lub pojemność. Taką zmianę można odczytać i zinterpretować np. przy użyciu układu elektronicznego.

Przyciski i przełączniki zazwyczaj produkuje się w dwóch wersjach:

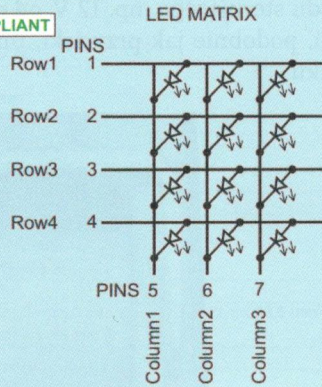
- NC [ang. NORMAL CLOSE] – normalnie taki styk jest zwarty, w momencie ingerencji użytkownika zamiast zwarcia pojawia się przerwa;
- NO [ang. NORMAL OPEN] – normalnie taki styk jest rozarty, w momencie interwencji użytkownika pojawia się zwarcie.

Klawiatury, podobnie jak wyświetlacze, mogą działać w trybie matrycowym lub korzystać ze sterownika. W tym drugim przypadku komunikują się np. z mikrokontrolerem w ustalonym protokole i standardzie, np. i2c.

Application Note: Scanning The Keypad Matrix and Driving The LEDs



RoHS COMPLIANT



Rys. 2.112. Fragment noty aplikacyjnej klawiatury matrycowej z podświetleniem LED

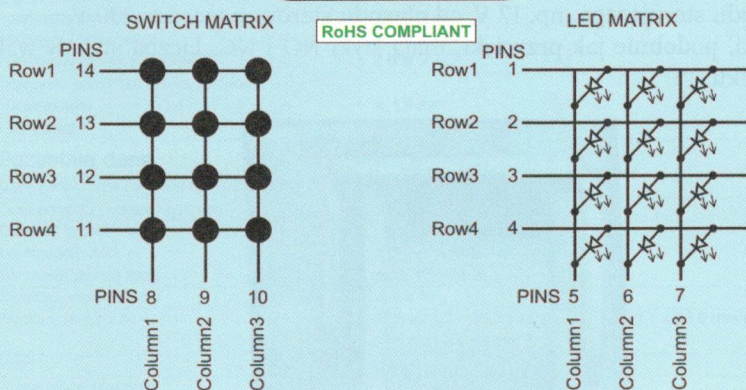
Impulsator jest rodzajem pokrętkła, często wyposażonym w przycisk lub funkcję joysticka. To rodzaj potencjometru cyfrowego. Na jego wyjściach pojawiają się zakodowane stany logiczne, które po rozkodowaniu, np. w mikrokontrolerze, pozwalają na stwierdzenie, w którą stronę jest obracana oś impulsatora.

Przyciski i przetaczniki zazwyczaj produkuje się w dwóch wersjach:

- NC [ang. NORMAL CLOSE] – normalnie taki styk jest zwarty, w momencie ingerencji użytkownika zamiast zwarcia pojawia się przerwa;
- NO [ang. NORMAL OPEN] – normalnie taki styk jest rozarty, w momencie interwencji użytkownika pojawia się zwarcie.

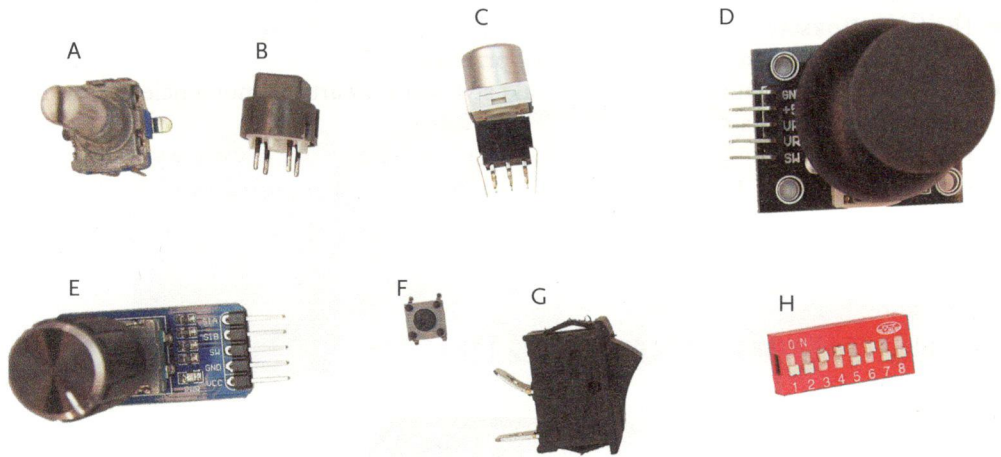
Klawiatury, podobnie jak wyświetlacze, mogą działać w trybie matrycowym lub korzystać ze sterownika. W tym drugim przypadku komunikują się np. z mikrokontrolerem w ustalonym protokole i standardzie, np. i2c.

Application Note: Scanning The Keypad Matrix and Driving The LEDs



Rys. 2.112. Fragment noty aplikacyjnej klawiatury matrycowej z podświetleniem LED

Impulsator jest rodzajem pokrętki, często wyposażonym w przycisk lub funkcję joysticka. To rodzaj potencjometru cyfrowego. Na jego wyjściach pojawiają się zakodowane stany logiczne, które po rozkodowaniu, np. w mikrokontrolerze, pozwalają na stwierdzenie, w którą stronę jest obracana oś impulsatora.

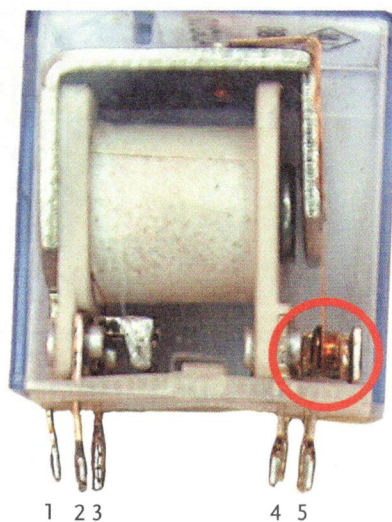


Rys. 2.113. Elementy manipulacyjne: A – impulsator, B – mikroprzełącznik NC/NO, C – mikroprzełącznik z podświetleniem LED, D – moduł joysticka analogowego, E – moduł impulsatora z pokrętką, F – mikroprzełącznik NO, G – włącznik, H – DIP-switch

2.13.5. Przekazniki

Przekazniki to elementy elektryczno-mechaniczne, w których prąd płynący przez cewkę przyciąga zworę, a ta przełącza styki. Stosuje się je tam, gdzie częstość przełączeń jest niewielka, a trzeba przełączać znaczne prądy. Przekaznik umożliwia też galwaniczne odseparowanie obwodu sterującego, np. 12 V, od obwodu sterowanego, np. 230 V.

Przekazniki, podobnie jak przyciski, mają styki NO i NC. Liczba styków waha się od jednego do kilku.



Rys. 2.114. Przekaznik: styk 1 – wspólny dla NO i NC, styki 2 i 3 – zasilanie cewki przekazywnika, 4 – styk NO, 5 – styk NC; czerwonym okręgiem zaznaczono styki



6 A / 250 V AC

- WT - standard, ze wskaźnikiem mechanicznym i przyciskiem blokującym, do gniazd wtykowych • Miniaturowe gabaryty, styki bez kadmu, cewki AC i DC
- Do gniazd wtykowych - szyna 35 mm wg EN 50022 lub płyta montażowa
- Do obwodów drukowanych i do połączeń lutowanych - opcja
- Przekazniki ogólnego zastosowania
- **Spełniają wymagania morskie - certyfikat Lloyd's Register (LR) - R4...WT**
- Do przekazników oferowane są przyciski testujące typu P bez funkcji blokowania styków oraz zaślepki - str. 180

Dane styków

Ilość i rodzaj styków	4P	
Materiał styków	AgNi, AgNi/Au 0,2 μm, AgNi/Au 5 μm	
Maksymalne napięcie styków	AC/DC	250 V / 250 V
Minimalne napięcie styków	5 V	
Znamionowy prąd obciążenia w kategorii	AC1	6 A / 250 V AC
	DC1	6 A / 24 V DC
Minimalny prąd styków	5 mA AgNi, 5 mA AgNi/Au 0,2 μm, 2 mA AgNi/Au 5 μm	
Maksymalny prąd załączania	12 A	
Obciążalność prądowa trwała zestyku	6 A	
Maksymalna moc łączeniowa w kategorii	AC1	1 500 VA
Minimalna moc łączeniowa	0,3 W AgNi, 0,3 W AgNi/Au 0,2 μm, 0,1 W AgNi/Au 5 μm	
Rezystancja styków	≤ 100 mΩ	
Maksymalna częstość łączeń		
• przy obciążeniu znamionowym w kategorii AC1	1 200 cykli/h	
• bez obciążenia	18 000 cykli/h	

Dane cewki

Napięcie znamionowe	50/60 Hz AC	6...240 V
	DC	5...220 V
Napięcie odpadowe	AC: ≥ 0,2 U _n , DC: ≥ 0,1 U _n	
Roboczy zakres napięcia zasilania	patrz Tabele 1, 2	
Znamionowy pobór mocy	AC	1,6 VA
	DC	0,9 W

Dane izolacji

Wymagania izolacyjne	B250	
Znamionowe napięcie izolacji	250 V AC	
Napięcie pobiercze		
• pomiędzy cewką a stykami	2 500 V AC	
• przerwy zestykowej	1 500 V AC	
• pomiędzy torami prądowymi	2 000 V AC	
Odległość pomiędzy cewką a stykami		
• w powietrzu	≥ 1,6 mm	
• po izolacji	≥ 3,2 mm	

Pozostałe dane

Czas zadziałania (wartość typowa)	AC: 10 ms	DC: 13 ms
Czas powrotu (wartość typowa)	AC: 8 ms	DC: 3 ms
Trwałość łączeniowa		
• w kategorii AC1	≥ 10 ⁵ 6 A, 250 V AC	
• w zależności od cosφ	patrz Wykres 2	
Trwałość mechaniczna	≥ 2 × 10 ⁷	
Wymiary (a x b x h)	27,5 x 21,2 x 35,6 mm ① 27,5 x 21,1 x 33,5 mm ②	
	27,5 x 21,2 x 33 mm ③	
Masa	35 g	
Temperatura otoczenia		
• składowania	-40...+85 °C	
• pracy	AC: -40...+55 °C	DC: -40...+70 °C
Stopień ochrony obudowy	IP 40	
Odporność na udary (zestyk zwirny/rozwirny)	10 g / 5 g	
Odporność na drgania (wibracje)	5 g 10...150 Hz	
Temperatura kąpieli lutowniczej	maks. 270 °C	
Czas lutowania	maks. 5 s	

Pogrubionym drukiem zaznaczono standardowy materiał styków.

① Dla wersji do gniazd wtykowych: standardowej (WT) ② Dla wersji do obwodów drukowanych ③ Dla wersji z bolcem gwintowanym

Rys. 2.115. Karta katalogowa przekaźnika miniaturowego



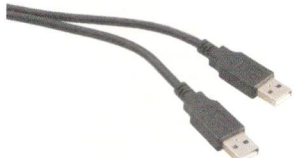

2.13.6. Wtyki, gniazda

Wtyki i gniazda są nieodzownym elementem w urządzeniach elektronicznych. Obecnie większość gniazd montuje się w technice hybrydowej THT/SMT. Linie danych i inne połączenia niewymagające przesyłania dużych prądów montuje się w technice SMT, natomiast ekran i kołki montażowe lutuje się w technice THT. Gniazda mające przenosić znaczne obciążenia mechaniczne lutuje się głównie w technice THT lub stosuje się ich specjalne wzmocnione wersje.

W elektronice istnieje kilkadziesiąt różnych typów gniazd. Niektóre z nich mają tylko jedno zastosowanie, inne są bardziej uniwersalne – wykorzystuje się je do przesyłania różnego rodzaju sygnałów i informacji.

W tabeli 2.23 wymieniono najczęściej spotykane gniazda.

Tab. 2.23. Najpopularniejsze gniazda

Nazwa	Gniazdo	Wtyk
RCA		
Jack		
USB		
RS232		
VGA		

Nazwa	Gniazdo	Wtyk
HDMI		
DP		
RJ45 (8P8C)		
TOSLINK		
BNC		
F		
Lightning		

Nazwa	Gniazdo	Wtyk
Molex		
miniDIN		

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Czym cechuje się serwomechanizm?
2. Jakie zalety i wady ma silnik krokowy?
3. Jak jest zbudowana klawiatura matrycowa?
4. Jakie są zalety silnika bezszczotkowego?
5. Dlaczego stosuje się przekaźniki zamiast tranzystorów?