



# Palcem po prądzie, czyli o przełącznikach i przyciskach

Nie ma bardziej podstawowej metody sterowania przepływem energii elektrycznej niż łączenie i rozłączanie obwodów elektrycznych. Dlatego wszystkie elementy, które do tego służą, są tak kluczowe we współczesnych systemach elektronicznych. Szeroka kategoria łączników obejmuje wszystkie elementy elektromechaniczne, służące do łączenia i rozłączania obwodów elektrycznych, a w szczególności przełączniki, przyciski i klawiatury. U każdego dystrybutora elementów elektronicznych można znaleźć bardzo wiele komponentów tego typu, zawsze stanowiąc jedną z najliczniejszych kategorii. Tak ogromna ich ilość i fakt, że jedynie część spośród tych elementów jest wyspecjalizowana do konkretnych zastosowań, sprawia, że wybór odpowiedniego przełącznika czy przycisku do danego projektu nie jest łatwy.

W artykule skupimy się na ogólnym podziale łączników mechanicznych sterowanych manualnie, czyli bezpośrednio przez człowieka, oraz ich parametrach i zastosowaniach w systemach elektronicznych. Pominięte zostaną przekaźniki, przełączniki ciśnieniowe, termiczne itp. oraz takie, w których za akcję łączenia/rozłączania obwodu nie odpowiada bezpośrednio człowiek.

## Czym jest przełącznik

Przełączniki są elementami kontrolującymi przepływ prądu elektrycznego w obwodzie, mają kluczową rolę wszędzie tam, gdzie wymagana jest interakcja użytkownika. Elementy te mogą znajdować tylko w jednym z dwóch stanów: **otwartym** lub **zamkniętym**. W stanie otwartym (wyłączonym) przełącznik jest po prostu przerwą w obwodzie. W efekcie obwód jest otwarty, co uniemożliwia przepływ prądu. W stanie zamkniętym (włączonym) przełącznik działa jak zwykły, rzeczywisty przewodnik (ma rezystancję, indukcyjność, itd.), przez który może płynąć prąd elektryczny i który zamyka obwód.

Istnieje wiele rodzajów przełączników: hebelkowe, z pokrętkiem, DIP, przyciski, klawisze, klawiatury, membrany... Każdy typ przełącznika ma zestaw swoich unikalnych cech, odróżniających go od pozostałych, a co za tym idzie unikatowe aplikacje, w których się sprawdza. Do cech charakterystycznych możemy zaliczyć ich parametry mechaniczne (sposób przełączania, ilość sterowanych obwodów etc.) oraz elektryczne (rezystancja, maksymalny dopuszczany prąd, indukcyjność i pojemność pasożytnicza etc.).

## Parametry definiujące łącznik Sposób przełączania

Aby przejść z jednego stanu przełącznika do drugiego, należy wykonać jakieś działanie fizyczne, które wymusi zmianę stanu fizycznego tego elementu. Metoda aktywacji przełącznika jest jedną



Fotografia 1. Przełącznik aktywowany językiem, przeznaczony dla osób niepełnosprawnych, <https://bit.ly/30eg483>

z jego najbardziej charakterystycznych cech. Najprostszy podział można poprowadzić na granicy przełączników aktywowanych przez człowieka i takich, które do zmiany pozycji wykorzystują inne siły bądź zjawiska.

Aktywacja przełącznika może być realizowana poprzez jego przesunięcie, naciśnięcie, pociągnięcie, obracanie lub dowolną czynnością wykonywaną, najczęściej, dłonią/palcami. Niemniej na rynku dostępne są, także przyciski aktywowane nożnie, lub specjalne elementy aktywowane za pomocą np. łokcia. Na **fotografii 1** pokazano przełącznik przeznaczony do naciskania językiem. Urządzenie trzyma się w zębach i naciska językiem na czerwony punkt. Tego rodzaju przełączniki używane są m.in. przez osoby niepełnosprawne do sterowania urządzeniami wspomagającymi ich funkcjonowanie.

Elementy przełączające wykorzystujące inne zjawiska fizyczne niż ruch człowieka, mogą być aktywowane na przykład temperaturą (termostaty), ciśnieniem (presostaty), polem magnetycznym (kontaktrony) itp. Stosowane są najczęściej, jako elementy zabezpieczające lub sterujące w układach regulacji. O ile parametry mechaniczne tego rodzaju elementów są zupełnie inne niż przełączników aktywowanych przez człowieka, to opisują je te same parametry elektryczne, co inne przełączniki. Przykładowe przełączniki tego rodzaju pokazano na **fotografii 2**. Nie będą omawiane w tym artykule ale część informacji może być z powodzeniem stosowana także i do nich.



Fotografia 2. Presostaty – przełączniki aktywowane zmianą ciśnienia, <https://bit.ly/2AF86dy>

## Przycisk stabilny czy niestabilny?

Wszystkie przełączniki należą do jednej z dwóch odrębnych kategorii: chwilowe (monostabilne) lub podtrzymywane (bistabilne). Przycisk chwilowy (monostabilny) to łącznik, który nie posiada stabilnej pozycji zwierającej (na ogół, ale istnieją także przełączniki domyślnie zwarte). Oznacza to, że obwód zwierany jest tylko chwilowo, w czasie, gdy operator w jakiś sposób oddziałuje na przełącznik, potem łącznik chwilowy powraca do swojego domyślnego stanu. Większość przełączników, które nazywane są przyciskami, należy do kategorii przełączników chwilowych. Istnieją takie przełączniki, jak przyciski podtrzymywane (stabilne), ale zasadniczo stanowią one wąską grupę tych elementów, dlatego na ogół mówiąc o przyciskach mamy na myśli chwilowy przełącznik wciskany.

Natomiast przełączniki bistabilne zachowują się podobnie jak włączniki światła na ścianie – pozostają w jednym stanie, dopóki nie zostaną przełączone do drugiego stanu, w którym następnie pozostaną, dopóki nie zostanie ponownie podjęte działanie.

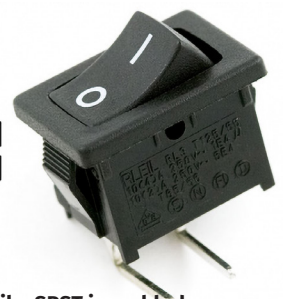
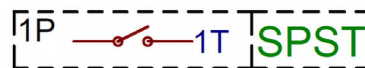
## Bieguny (obwody) i potożenia

Przełącznik musi mieć co najmniej dwa wyprowadzenia – jedno pracuje jako umowne wejście, drugie jako umowne wyjście, jednak dotyczy to tylko najprostszej wersji przełącznika. Najczęściej przełącznik ma więcej niż dwa wyprowadzenia. Istnieje wiele różnych konfiguracji przełączników, które opisywane są liczbą obwodów i liczbą położeń.

Liczba biegunów (ang. *pole*) przełącznika określa liczbę oddzielnych obwodów, którymi może on sterować. Przełącznik z jednym biegunem może kontrolować tylko jeden obwód, a przełącznik czterobiegunowy może równocześnie sterować czterema różnymi obwodami.

Liczba pozycji (ang. *throw*) przełącznika określa, z iloma wyprowadzeniami można podłączyć każdy z biegunów przełącznika. Na przykład, jeśli przełącznik ma dwie pozycje, każdy obwód (biegun) w przełączniku można podłączyć do jednego z dwóch wyprowadzeń (pinów).

Wiedząc, ile biegunów i pozycji ma dany przełącznik, można go dokładniej sklasyfikować i wyobrazić sobie jego schemat ideowy (i odwrotnie). Zwykle przełączniki należą do jednej z najczęstszych kategorii: jednobiegunowy, jednoobwodowy – SPST, jednobiegunowy, dwuobwodowy – SPDT, oraz dwubiegunowy, dwuobwodowy – DPDT. Oczywiście, występują przełączniki z większą liczbą biegunów i większą liczbą przełączanych obwodów.



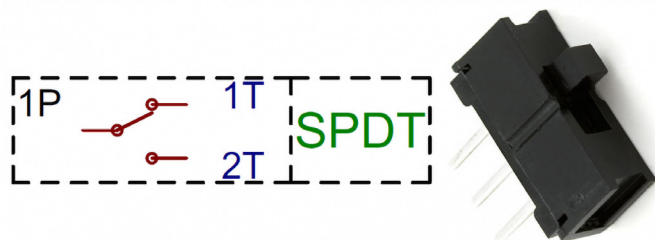
Rysunek 1. Schemat ideowy przełącznika SPST i przykładowy przełącznik kołyskowy

### Przełączniki SPST

Przełącznik jednobiegunowy, jednoobwodowy (SPST) ma jedno wejście i jedno wyjście, może być domyślnie zamknięty lub rozwarty. Znajduje zastosowanie, jako przełączniki chwilowe lub przyciski w klawiaturach. Przełącznik SPST typu kołyskowego oraz jego schemat ideowy pokazano na **rysunku 1**.

### Przełączniki SPDT

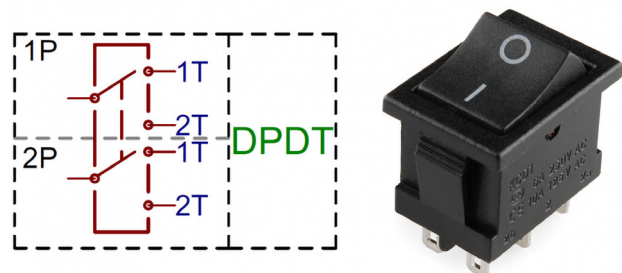
Innym popularnym typem przełącznika jest SPDT, czyli element o jednym biegunie, ale dwóch obwodach. Ma trzy piny: jeden wspólny i dwa pomiędzy którymi przełączany jest sygnał ze wspólnego pinu.



Rysunek 2. Schemat ideowy przełącznika SPDT i przykładowy przełącznik suwakowy

Elementy SPDT idealnie nadają się do wybierania, np. między dwoma źródłami zasilania lub dwoma źródłami sygnału. Umożliwiają łatwe dołączanie jednego z dwóch obwodów do wspólnego elementu.

Najprostsze przełączniki SPDT budowane są jako przełączniki suwakowe. Na rysunku 2 pokazano przykład łącznika suwakowego wraz ze schematem ideowym tego elementu.

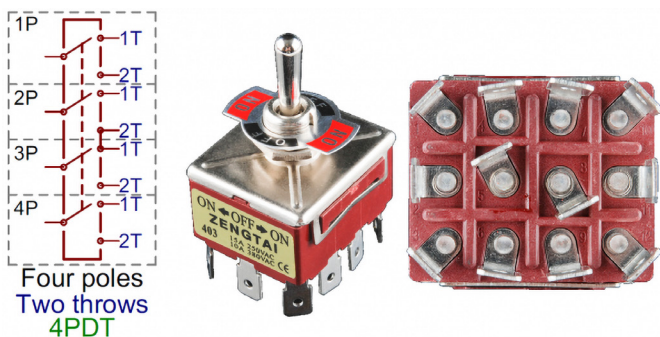


Rysunek 3. Schemat ideowy przełącznika DPDT i przykładowy przełącznik kotłyskowy tego rodzaju

#### Przełączniki DPDT

Przełącznik dwubiegunowy z dwoma obwodami – DPDT, jest jak dwa przełączniki SPDT, które mogą kontrolować dwa oddzielne obwody, ale są połączone ze sobą mechanicznie i przełączane razem. Przełącznik DPDT ma sześć wyprowadzeń. Na rysunku 3 pokazano przełącznik kotłyskowy o takiej konstrukcji oraz jego schemat ideowy.

Przełączniki DPDT idealnie nadają się do przełączania np. sygnałów symetrycznych, lub dowolnych innych, gdzie komutować trzeba dwie linie. Dodatkowo, tego rodzaju łączniki często stosuje się do odłączania zasilania od urządzeń zasilanych z sieci 230 V – odłączane są obie linie (przewód fazowy i przewód neutralny), ponieważ zwykle nie wiadomo, na której linii znajduje się przewód fazowy.



Rysunek 4. Schemat ideowy i przykładowy przełącznik 4PDT

#### Przełączniki wielobiegunowe

Przełączniki o większej liczbie biegunów lub obwodów nie są zbyt powszechne, ale są dostępne w handlu w wielu zaskakujących konfiguracjach. Opisuje się je podobnie jak przełączniki z jednym czy dwoma biegunami/obwodami, zastępując pierwszą literę (S lub D) oznaczeniem liczbowym. W ten sposób możemy wyobrazić sobie, np. przełącznik 4PDT, który może kontrolować cztery oddzielne obwody z dwoma pozycjami na każdy obwód. Przykład takiego łącznika, wraz z jego schematem ideowym, pokazano na rysunku 4.

Analogicznie wygląda sytuacja z przełącznikami o większej liczbie pozycji. Jeśli przełącznik czteroobwodowy może być ustawiony, np. w jednym z czterech położen to będzie oznaczony 4P4T.

A jak będzie wyglądał przełącznik SP12T? Może to być przełącznik obrotowy taki jak na fotografii 3.



Fotografia 3. Przykładowy przełącznik obrotowy SP12T



Fotografia 4. Łączniki o różnym sposobie montażu (od lewej): panelowy, THT i SMD, firmy APEM

#### Sposób montażu i parametry mechaniczne

Przełącznik może być integrowany w systemie na wiele sposobów. Podstawowym podziałem pod tym względem, jest podział na elementy do montażu panelowego i na płytce drukowanej. Nie jest to ścisły podział, ponieważ istnieje wiele przełączników, które są lutowane do PCB, ale przeznaczone są do zastosowań panelowych.

Podobnie jak w przypadku większości komponentów elektronicznych, można je podzielić na elementy do montażu powierzchniowego (SMD) lub przewlekane (THT). Elementy do montażu przewlekane są zwykle większe, szczególnie, że montaż THT pozwala na przenoszenie większych obciążeń mechanicznych. Przełączniki SMD są mniejsze niż ich odpowiedniki THT, mają na ogół znacznie mniejszą wysokość i zajmują mniej miejsca na PCB i wymagają niewielkiej siły do przełączania.

Przełączniki do montażu panelowego wyposażone są w elementy, pozwalające na zamontowanie ich w obudowie. Na ogół mają gwintowane korpusy, pozwalające na dokręcenie ich nakrętką, ale producenci stosują, także inne rozwiązania. Wyprowadzenia przystosowane są do montażu THT, SMD lub do montażu przewodów. Na fotografii 4 pokazano przykładowe komponenty (od lewej) panelowy, do montażu przewlekane oraz SMD o podobnej konstrukcji wewnętrznej i porównywalnych parametrach elektrycznych.

#### Odporność na warunki środowiskowe – klasa IP oraz IK

Przełączniki panelowe często wystawione są na warunki środowiskowe. Głównymi zagrożeniami dla tych elementów są: pył oraz wilgoć. O odporności przełącznika na te czynniki mówi nadana mu klasa IP. Stopień ochrony i klasy IP zdefiniowane są w normie IEC 60529 i jej polskiej implementacji PN-EN 60529.

Klasa IP opisywana jest dwoma liczbami, zapisanymi w formacie IPxy, gdzie x to pierwsza cyfra charakterystyczna mówiąca o ochronie przed dostępem do wnętrza obudowy jak i zabezpieczeniem przed dostawaniem się do jej wnętrza pyłów. Natomiast y to druga cyfra charakterystyczna, mówiąca o wodoodporności przełącznika.

Najniższa klasa ochrony IP00 oznacza urządzenie bez ochrony przed dostępem do wnętrza, w tym wypadku, przycisku. Klasa ochrony specyfikuje np. wielkość ciał, które mogą się dostać do wnętrza przycisku lub ochronę przed pyłem albo kompletną pyłoszczelność. Z kolei w przypadku ochrony przed dostępem wody stopnie ochrony rozciągają się od ochrony przed padającymi kroplami wody (stopień 1) do ochrony przed zalaniem silną strugą wody pod ciśnieniem (80...100 bar o temperaturze 80°C) zgodnie z normą DIN 40050 (stopień 9). Najwyższa klasa ochrony to IP69.

Tak jak klasa IP specyfikuje odporność na pył i wilgoć, tak klasa IK specyfikuje odporność elementów na uszkodzenia mechaniczne, tak zwaną wandaloodporność. Norma IEC 62262 i jej polska implementacja PN-EN 62262 definiuje odporność mechaniczną elementów, jako ilość energii mechanicznej uderzenia, którą dany element jest w stanie przetrwać bez uszkodzenia. Norma definiuje też wysokość, z jakiej element może upaść bez uszkodzenia i inne testy mechaniczne. Norma definiuje klasy od IK00, czyli elementu w ogóle nieodpornego na uszkodzenia mechaniczne, do **IK10**, gdzie element może wytrzymać uderzenie o energii do 20 J (stalową kulą o masie 5 kg, promieniu 50 mm, spadającą z wysokości 40 cm).

### Parametry elektryczne

Podstawowe parametry elektryczne przełączników to napięcie i prąd znamionowe, rezystancja styków oraz maksymalna dopuszczalna liczba ruchów (przełączeń) przełącznika.

**Napięcie znamionowe** – to maksymalne napięcie, które może wytrzymać dany przełącznik. Jest określane przez wiele czynników, w tym materiały izolacyjne, odległość rozłączonych styków, szybkość ich separacji i ogólne względy bezpieczeństwa.

**Znamionowy prąd przewodzenia** – to największy prąd stały (lub zmienny – zależnie od przełącznika), jaki przełącznik może przetransmitować przez zwarte styki. Prąd ten jest ograniczony głównie przez nagrzewanie się przełącznika z uwagi na straty na rezystancji styków.

**Rezystancja styków** – to opór elektryczny, przez jaki płynie prąd w zwartym przełączniku. Ponieważ styki przełącznika nie są ciągłym przewodnikiem, rezystancja styku jest większa niż porównywalnego, ciągłego przewodnika. Z uwagi na to, na przełączniku mogą się pojawić spadki napięcia, szczególnie przy wyższych prądach.

**Liczba operacji** – to szacowana maksymalna liczba przełączeń styków przełącznika, po jakiej może nastąpić pogorszenie się parametrów elektrycznych i innych. Z uwagi na to, że przełącznik jest elementem mechanicznym, każdy jego ruch powoduje w pewnym stopniu zużycie się mechanizmów wewnątrz tego elementu, co przekłada się na pogarszanie parametrów łącznika, aż do przekroczenia granic parametrów, zdefiniowanych przez producenta.

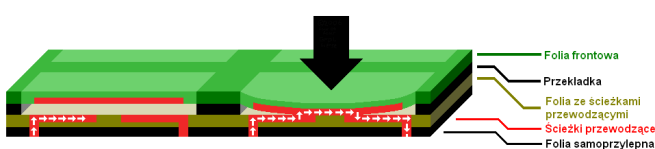
### Przykładowe aplikacje

Przełączniki mają wiele aplikacji w systemach elektrycznych i elektronicznych. Najprostsze z nich to sterowanie zasilaniem – niezależnie, czy jest to włącznik oświetlenia w pokoju czy sterowanie zasilaniem w komputerze czy innym urządzeniu, znajdziemy tam na pewno rodzaj przełącznika. Są też bardziej wyspecjalizowane aplikacje przełączników. Niektóre przykłady omówimy w ostatniej części tego artykułu.

#### Klawiatury

Klawiatura to macierz przycisków, która służy najczęściej do wprowadzania danych do urządzenia. Flagowym przykładem klawiatury może być alfanumeryczna klawiatura komputera, która wraz z myszą służy do jego obsługi. Istnieje wiele rodzajów klawiatur i wiele technologii, w których wytwarza się przyciski do takowych.

Jednym z najbardziej typowych rodzajów klawiatur jest klawiatura membranowa, taka jak pokazana na rysunku 5. Wykonana jest z cienkich, sklejonych ze sobą warstw dielektrycznych i przewodzących. Naciśnięcie pola – klawisza, powoduje zwarcie ze sobą dwóch warstw, a co za tym idzie zamknięcie obwodu danego przycisku.



Rysunek 5. Schemat budowy klawiatury membranowej, <https://bit.ly/3dDKyV4>



Fotografia 5. Klawiatura wandaloodporna firmy APEM o klasie odporności IK09

Tego rodzaju klawiatury, oprócz kompaktowych rozmiarów, charakteryzują się nieskomplikowaną budową oraz niską ceną. Niestety, wiąże się to z zmniejszoną wygodą dla użytkownika – niewielki skok i (na ogół) brak sprzężenia haptycznego z użytkownikiem, pogarsza komfort obsługi. Z kolei klawiatury mechaniczne, zapewniając wyuczalny skok zapewniają dużo większą wygodę, niestety są droższe i bardziej skomplikowane w wykonaniu.

Klawiatury można spotkać w wielu urządzeniach, zwłaszcza takich, gdzie konieczne jest wprowadzanie danych. Najczęściej są to klawiatury numeryczne, jakie spotyka się w zamkach elektronicznych, domofonach czy bankomatach. Zwłaszcza w tych ostatnich urządzeniach często instaluje się klawiatury o zwiększonej wytrzymałości na uszkodzenia, tzw. wandaloodporne. Z uwagi na to, że systemy takie znajdują się w przestrzeni publicznej i często narażone są na dewastację, stosuje się tam moduły klawiatury takie, jak pokazana na fotografii 5. Jest to klawiatura firmy APEM, wykonana ze stali nierdzewnej, odpornej na zniszczenie, ma klasę odporności IK09.

#### Przełączniki bezpieczeństwa i czuwaki

Bardzo istotnym zastosowaniem przełączników czy przycisków są systemy bezpieczeństwa. W tym sektorze możemy wyróżnić dwie podstawowe aplikacje – przełączniki bezpieczeństwa oraz czuwaki. Różnią się one sposobem działania, a co za tym idzie, wymaganiami co do parametrów mechanicznych i elektrycznych. Dodatkowo, jako że są to systemy, które bardzo często odpowiadają za ludzkie zdrowie i życie, obwarowane są szeregiem norm dotyczących niezawodności, takich jak na przykład IEC 61508 czy IEC 61511 (w Polsce wprowadzone, jako PN-EN 61508 oraz PN-EN61511).

Wylącznik awaryjny, jest mechanizmem bezpieczeństwa stosowanym do awaryjnego wylączenia urządzenia w sytuacji np. zagrożenia życia lub zdrowia, gdy nie można jej wylączyć w normalny sposób. W przeciwieństwie do zwykłego wylącznika, który po kolei wylącza wszystkie systemy w odpowiedniej kolejności i wylącza maszynę w bezpieczny sposób, wylącznik awaryjny jest zaprojektowany i skonfigurowany tak, aby przerwać działanie urządzenia tak szybko, jak to tylko możliwe (nawet, jeśli uszkodzi przy tym samo urządzenie). Dodatkowo element taki musi być obsługiwany w prosty i szybki sposób, aby nawet w sytuacji stresowej operator z zaburzeniami funkcji wykonawczych lub osoba postronna mogła go aktywować bez żadnej wiedzy). Wylączniki bezpieczeństwa są zwykle zaprojektowane tak, aby były łatwo zauważalne, nawet dla nieprzeszkolonego operatora lub osoby postronnej.

Większość wylączników awaryjnych jest wyposażona w rodzaj usuwalnej, ochronnej bariery chroniącej przed przypadkowym uruchomieniem (np. osłonę, którą należy podnieść lub szklaną płytkę,

którą należy rozbić przed wyłączeniem urządzenia). Wyłączniki awaryjne są typowymi elementami mechanizmów, których niewłaściwe użycie może spowodować obrażenia lub śmierć człowieka. Wyłączniki bezpieczeństwa wykorzystywane są, ponieważ uszkodzenie lub zniszczenie maszyny jest mniej ważne, niż zapobieganie urazom osób w miejscu pracy.

Wyłączniki bezpieczeństwa służą także do monitorowania położenia zabezpieczeń (np. drzwi i kłap do maszyny). Po otwarciu tak zabezpieczonych drzwi wyłącznik bezpieczeństwa przesyła sygnał do związanej z bezpieczeństwem jednostki sterującej, która powoduje natychmiastowe zatrzymanie niebezpiecznych funkcji maszyny. Wyłączniki takie stosuje się w różnych sektorach, wszędzie tam, gdzie istnieje niebezpieczeństwo dla człowieka po otwarciu obudowy systemu lub elementów zabezpieczających – w obrabiarkach numerycznych, robotach fabrycznych itp. Tego rodzaju systemy zabezpieczeń opisywane są w normie PN-EN ISO 14119.

Podobnym systemem zabezpieczeń są tak zwane czuwaki. Ich działanie jest jednak dokładnie odwrotne niż wyłączników awaryjnych. Jest to również urządzenie przewidziane do zatrzymania maszyny (lub jej części), jeśli cokolwiek stanie się operatorowi lub maszyna zmusi go do np. ucieczki, jednakże ich zasada działania sprawia, że nie wymagają aktywacji – brak aktywacji czuwaka powoduje wyłączenie maszyny. Są one powszechnie stosowane w przemyśle (np. w lokomotywach, dźwigach, windach towarowych itp.) oraz w zastosowaniach konsumenckich – często na przykład włącznik kosiarki do trawy ma formę czuwaka, który trzeba trzymać cały czas, by urządzenie działało.

Czuwak musi być trzymany przez użytkownika przez cały czas działania urządzenia – wyłącza on maszynę, jeśli użytkownik go puści. Istnieją różne rozwiązania mechaniczne tego typu systemów. Na przykład w przypadku lokomotyw częstym rozwiązaniem jest przycisk, który maszynista musi okresowo nacisnąć, po podaniu przez system sterujący wezwania (np. zapaleniu kontrolki czy uruchomieniu brzęczyka), jest to czuwak aktywny. Czuwaki pasywne to np. włączniki do kosiarek, które trzeba trzymać, ale także np. pedały w obrabiarkach mechanicznych, które muszą być naciśnięte cały czas przez stojącego przy niej operatora.



Fotografia 6. Czuwak nalewaka paliwa, obsługiwany przez żołnierza tankującego samolot w amerykańskiej bazie w Azji

Na fotografii 6 pokazano przykład czuwaka w rękach żołnierza tankującego samolot wojskowy. Musi być on naciśnięty przez cały czas tankowania samolotu, inaczej dystrybutor odetnie dopływ paliwa, aby zapobiec zagrożeniom powstałym, gdy np. operator straci przytomność.

### Podsumowanie

Przełączniki i przyciski odpowiadają za najbardziej podstawową czynność w układzie – sterowanie przepływem prądu elektrycznego, a są kluczowymi elementami wielu urządzeń elektronicznych. Dobre odpowiednich łączników do systemów jest kluczowym aspektem uzyskania ich wysokiej ergonomii i niezawodności działania, a także odpowiedniej klasy bezpieczeństwa dla jego użytkowników.

Nikodem Czechowski, EP

### Źródła

- <https://bit.ly/2XxHRi0>
- <https://bit.ly/3eSXerm>
- <https://bit.ly/3eQyIfJ>
- <https://bit.ly/3ePX2sB>

REKLAMA

# HUB INFORMACYJNY WEBINARIA DLA PRZEMYSŁU W OKRESIE COVID-19

Aktualne informacje o webinarach branżowych.  
Zobacz: [www.automatykab2b.pl/hub-informacyjny](http://www.automatykab2b.pl/hub-informacyjny)