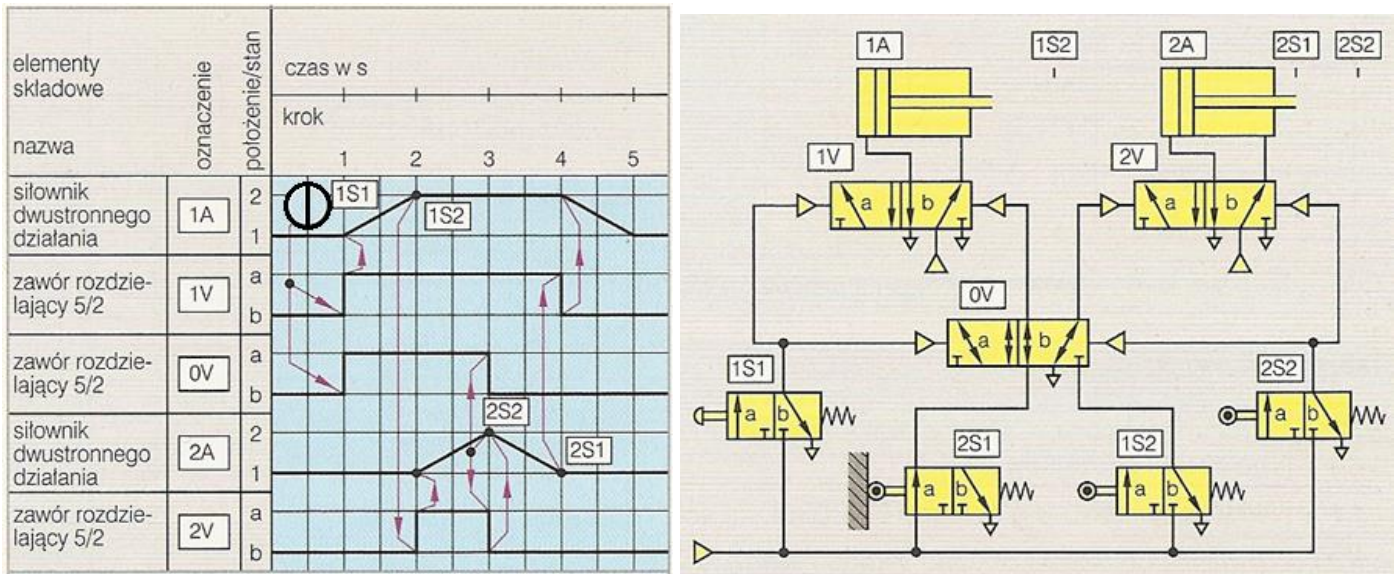


DIAGRAM STANÓW (CYKLOGRAM)

Diagram stanów (na dole po lewej) przedstawia w układzie dwóch współrzędnych przebieg pracy jednego lub kilku elementów roboczych, np. siłowników i zależności pomiędzy nimi, związane z ich sterowaniem.



Współrzędne pionowe diagramu stanów wyrażają stan elementu (np. siłownik wsunięty lub wysunięty, zawór w położeniu "a", "0" lub "b", lampka sygnalizacyjna wyłączona lub włączona, obroty silnika prawe, lewe lub silnik wyłączony itp.). Przy osi pionowej podaje się oznaczenie danego elementu w układzie sterowania, np. 1A, 1V itd.

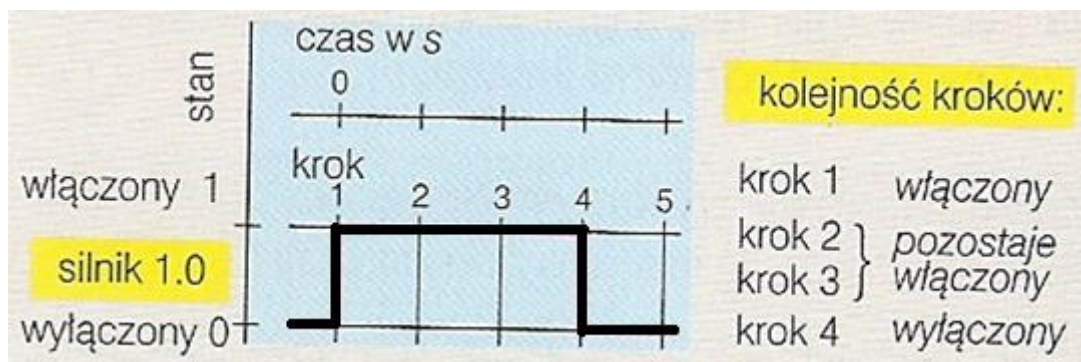
Współrzędne poziome diagramu stanów przedstawiają kolejne kroki (czynności) cyklu pracy lub czas. Diagram stanów, którego oś pozioma wyskalowana jest w krokach nazywa się **krokovym diagramem stanów**. Diagram stanów, którego oś pozioma wyskalowana jest w jednostkach czasu nazywa się **czasowym diagramem stanów**. Na diagramie stanów pokazany jest jeden pełny cykl pracy układu niezbędny np. do obróbki jednego detalu. Dlatego diagram stanów nazywany jest również **cyklogramem**.

Każda zmiana stanu układu opisywanego diagramem jak np. zmiana położenia zaworu, rozpoczęcie lub zakończenie wysuwania lub wsuwania tłoczyska siłownika, włączenie lub wyłączenie silnika zapoczątkowuje kolejny krok i kończy krok poprzedni. Kroki są numerowane, począwszy od kroku 1 do ostatniego w danym cyklu pracy układu.

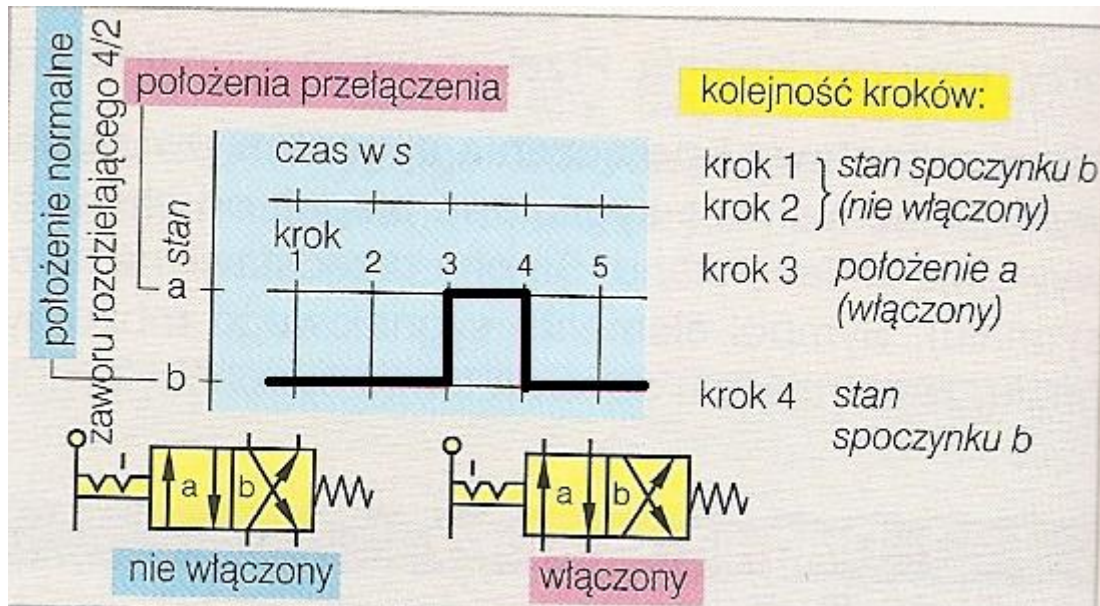
Stan elementów składowych przedstawia się na diagramie graficznie za pomocą **linii funkcyjnych** (czarne linie na diagramie u góry). Zmiany stanu takich elementów jak zawór, silnik lub lampka są natychmiastowe i przyjmuje się, że rozpoczynają i kończą się w tym samym kroku (w tej samej chwili).

Przykłady linii funkcyjnych dla wybranych elementów:

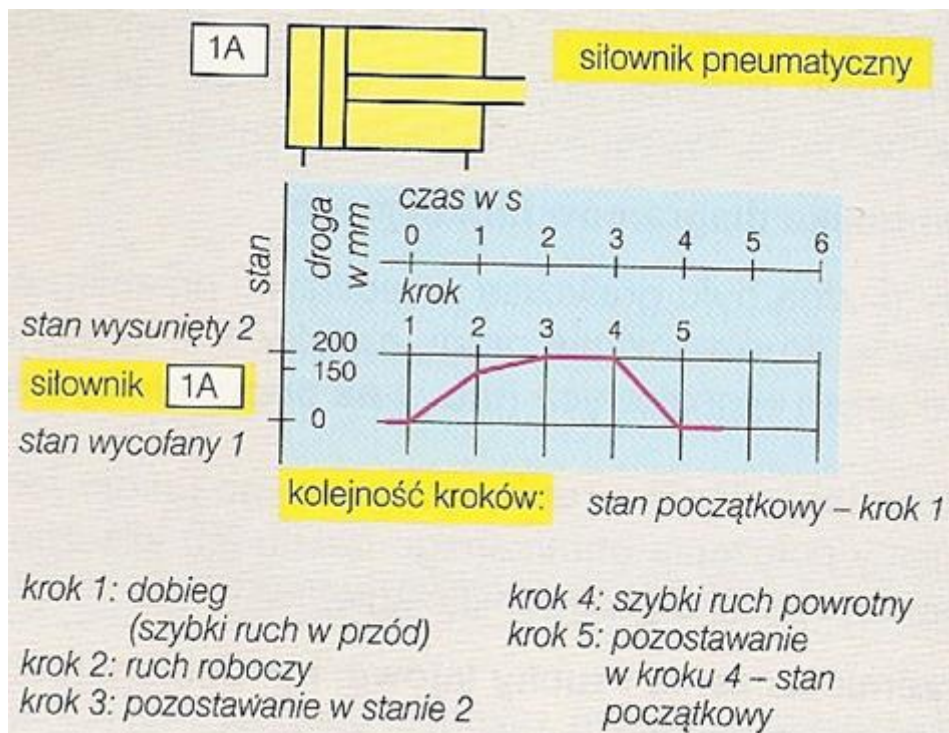
a) silnik



b) zawór



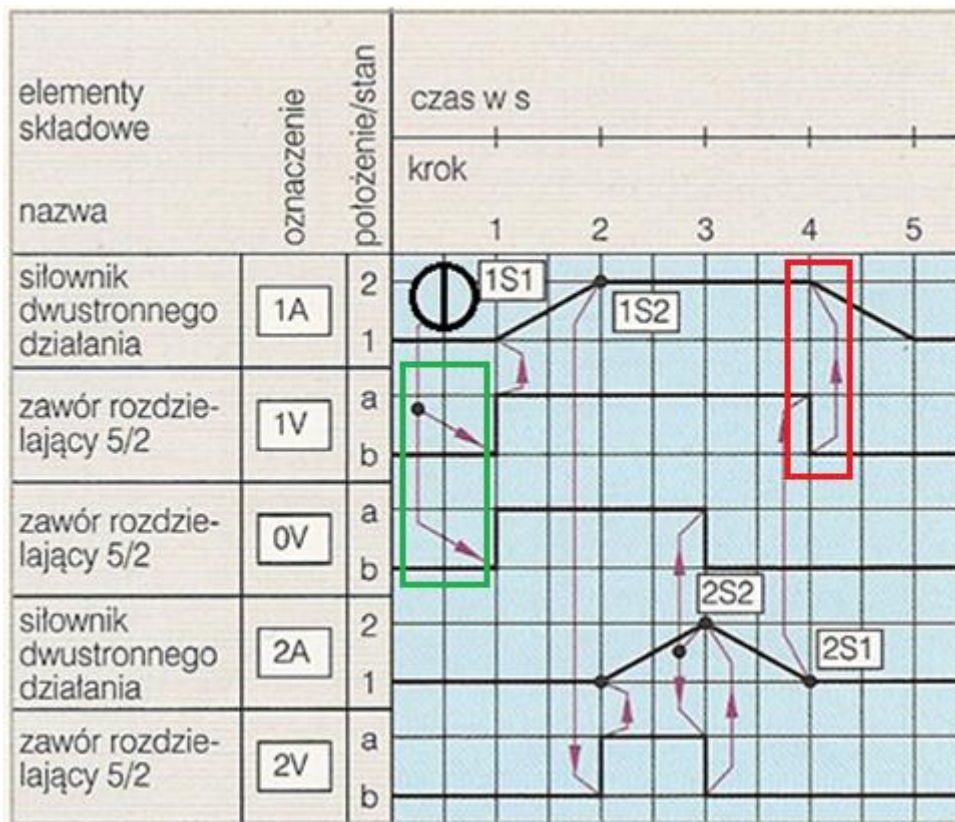
Zmiany stanu siłownika nie zawsze są natychmiastowe, ponieważ tłoczek siłownika może wysuwać się i wsuwać z różnymi prędkościami. Aby możliwe było pokazanie tej różnicy na diagramie stanów, linie funkcyjne obrazujące ruch tłoczyska siłownika rysuje się jako linie pochylone pod różnym kątem. W poniższym przykładzie siłownik o skoku 200mm rozpoczyna szybkie wysuwanie tłoczyska w kroku 1 na odcinku 150mm (np. szybki ruch w kierunku obrabianego elementu), ale w kroku 2 zwalnia, bo wykonywany jest wtedy tzw. ruch roboczy na odcinku od 150mm do 200mm (np. kształtowanie elementu). Nachylenie linii funkcyjnej w tych krokach jest więc różne. Natomiast w kroku 4 tłoczek wsuwa się już ze stałą prędkością.



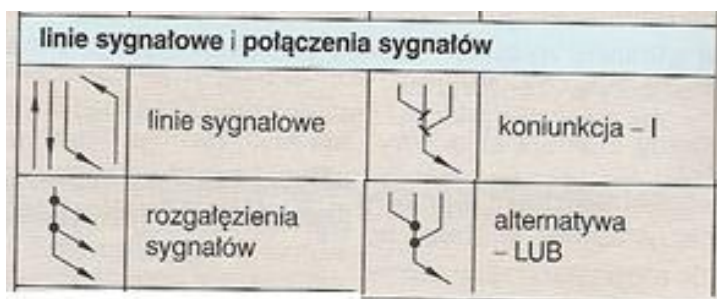
Linie funkcyjne poszczególnych elementów mogą być ze sobą połączone **liniami sygnałowymi** (fioletowe linie z grotami na poniższym diagramie), które wskazują na zależności pomiędzy tymi elementami związane ze sterowaniem. **Początek linii sygnałowej wskazuje przyczynę, a jej koniec wskazuje skutek określonego zdarzenia.**

Przykład:

W kroku 4 na poniższym cyklogramie (fragment w czerwonej ramce) zawór 1V zmienił swoje położenie z „a” na „b”. Osiągnięcie przez zawór 1V położenia „b” sprawiło, że siłownik 1A rozpoczął zmianę swojego stanu z „2” na „1” (tłoczyisko zaczęło wsuwać się). Dlatego właśnie linia sygnałowa opisująca zależność między elementami 1V a 1A zaczyna się w miejscu osiągnięcia przez zawór 1V położenia „b” i kończy się w miejscu rozpoczęcia wsuwania się tłoczyśka siłownika 1A. Zwrot grotu na linii sygnałowej pokazuje, że to zawór 1V spowodował zmianę stanu siłownika 1A, a nie odwrotnie.



Linie sygnałowe mogą rozgałęziać się i dochodzić do różnych elementów, co oznacza, że dane zdarzenie (sygnał) powoduje jednocześnie zmianę stanu kilku elementów układu (fragment w zielonej ramce na powyższym cyklogramie). Linie sygnałowe mogą też łączyć się ze sobą, ukazując tym samym związek logiczny między łączonymi sygnałami:



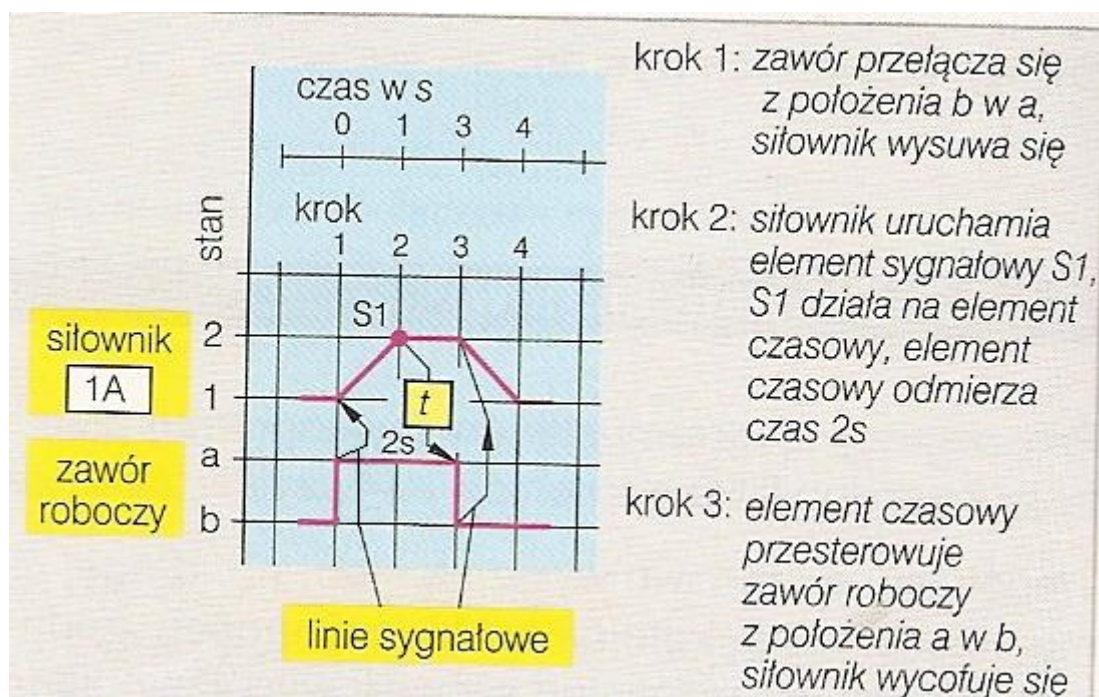
W celu poprawy czytelności i uproszczenia diagramu stanów, zamiast linii funkcyjnych ukazujących stan niektórych elementów układu (np. przycisku START, zaworu/przełącznika czasowego, łącznika krańcowego) stosuje się określone symbole graficzne. Oto najważniejsze z nich:

elementy sygnałowe (uruchamiane siłą mięśni)			
	START		WŁĄCZANIE DWURĘCZNE
	STOP		WYBIERAK
	START/STOP		
	PRACA KROKOWA		WYŁĄCZNIK AWARYJNY
	AUTOMATYKA		

elementy sygnałowe (uruchamiane mechanicznie lub ciśnieniowo)			
	sygnalizator uruchamiany w położeniu krańcowym		przełącznik czasowy
	sygnalizator uruchamiany na dłuższym odcinku drogi		przełącznik ciśnieniowy

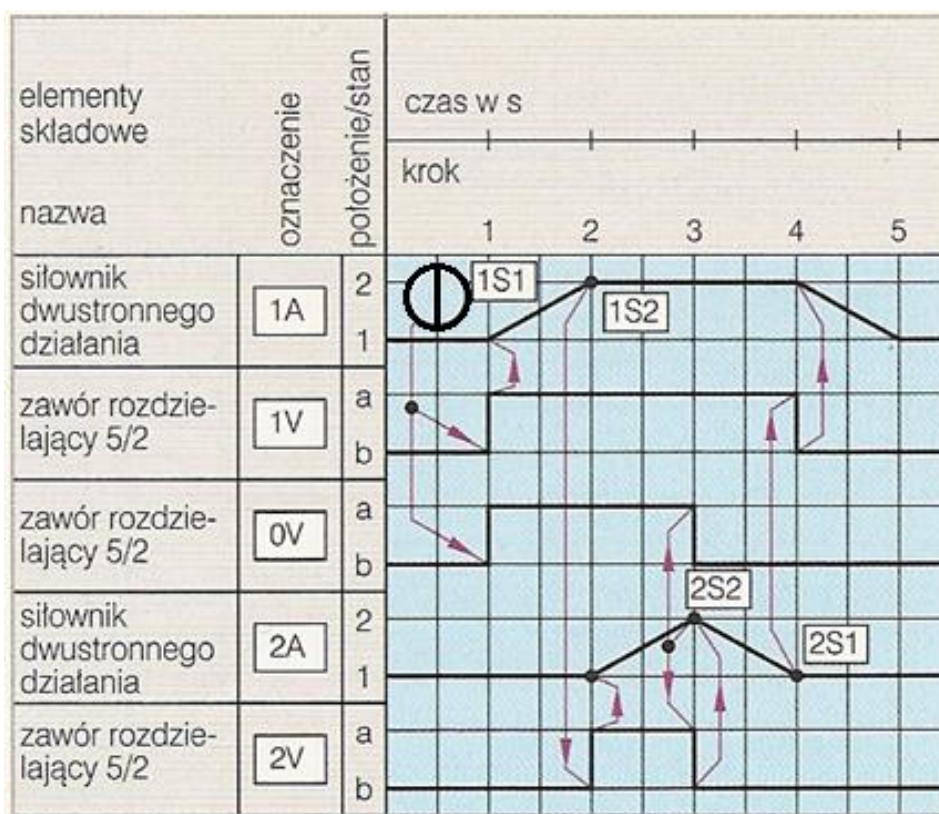
Dzięki powyższym symbolom nie trzeba rysować osobnych przebiegów ukazujących stan przycisków, łączników krańcowych i elementów czasowych. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że **kropka na linii funkcyjnej oznacza łącznik krańcowy, a kropka na linii sygnałowej to rozgałęzienie sygnału (lub alternatywa sygnałów)**.

Przykład ukazujący wykorzystanie symbolu graficznego elementu czasowego (np. zaworu czasowego) i symbolu graficznego elementu sygnałowego (łącznika krańcowego):



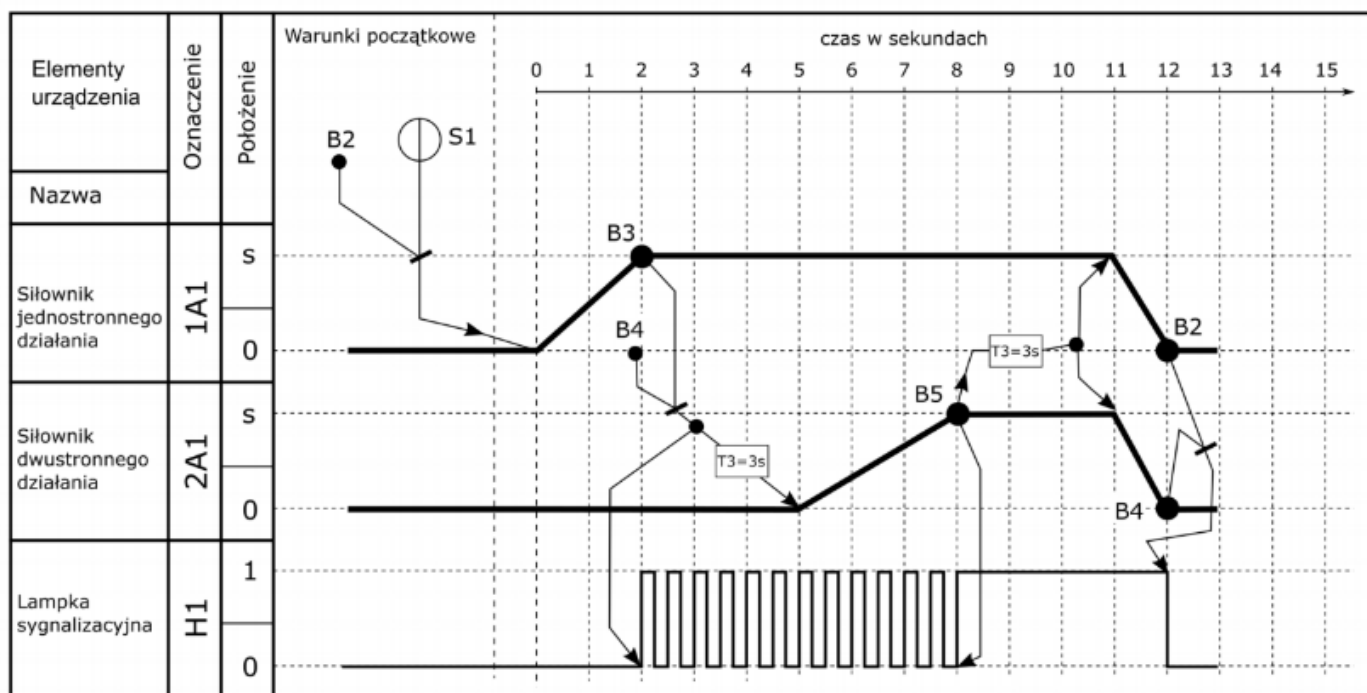
Interpretacja przykładowych diagramów stanów

Przykład 1:



Symbol przy elemencie 1S1 wskazuje, że jest to element uruchamiany siłą mięśni (np. przycisk), który rozpoczyna pracę układu (symbol ten odpowiada funkcji START). Naciśnięcie przycisku 1S1 inicjuje w kroku 1 zmianę stanu dwóch zaworów jednocześnie: 1V i 0V (bo linia sygnałowa od 1S1 rozgałęzia się). Przerobienie zaworu 1V do położenia „a” powoduje, że tłoczysko siłownika 1A zaczyna wysuwać się. W kroku 2 tłoczysko siłownika 1A osiąga pozycję pełnego wysunięcia i aktywuje łącznik krańcowy 1S2. Aktywacja krańcówki 1S2 inicjuje zmianę stanu zaworu 2V. Gdy zawór 2V zmieni już swoje położenie z „b” na „a”, to tłoczysko siłownika 2A zacznie wysuwać się. Wszystkie te zmiany są natychmiastowe i dzieją się w tym samym kroku – 2. W kroku 3 tłoczysko siłownika 2A osiąga pozycję pełnego wysunięcia i aktywuje łącznik krańcowy 2S2. Aktywacja krańcówki 2S2 inicjuje zmianę stanu dwóch zaworów jednocześnie” 2V i 0V (bo linia sygnałowa od 2S2 rozgałęzia się). Przerobienie zaworu 2V do położenia „b” powoduje, że tłoczysko siłownika 2A zaczyna wsuwać się. W kroku 4 tłoczysko to osiąga pozycję całkowitego wsunięcia, przez co aktywuje krańcówkę 2S1. Aktywowana krańcówka 2S1 inicjuje powrót zaworu 1V z położenia „a” do „b”. Gdy zawór 1V osiągnie położenie „b”, to tłoczysko siłownika 1A zacznie wsuwać się i w kroku 5 osiągnie stan całkowitego wsunięcia.

Przykład 2:



W powyższym cyklogramie zrezygnowano z ukazywania stanu zaworów roboczych sterujących położeniem siłowników i skupiono się jedynie na ukazaniu stanu siłowników i lampki sygnalizacyjnej. Takie cyklogramy są bardzo czytelne, ale nie dają informacji o wszystkich elementach tworzących układ sterowania.

Warunkiem uruchomienia układu jest naciśnięcie przycisku S1 w momencie, gdy wzbudzony jest czujnik B2 (kreska na połączeniu linii sygnałowej od S1 i B2 oznacza koniunkcję tych sygnałów, czyli S1&B2). Koniunkcja sygnałów S1 i B2 inicjuje wysuwanie tłoczyska siłownika 1A1. Po 2s tłoczysko to osiąga stan całkowitego wysunięcia i aktywuje czujnik B3. Jeżeli w tym momencie aktywny jest również czujnik B4, to lampka H1 zaczyna migać i jednocześnie rozpoczyna się odmierzenie czasu $T3=3s$ (bo nastąpiło rozgałęzienie koniunkcji sygnałów B3 i B4). Po odmierzeniu 3s rozpoczyna się wysuwanie tłoczyska siłownika 2A1. Tłoczysko to wysuwa się przez 3s i w 8s trwania cyklu pracy urządzenia, po całkowitym wysunięciu aktywuje czujnik B5. Aktywowany czujnik B5 inicjuje ciągłe świecenie lampki H1 i ponowne odmierzenie czasu $T3=3s$. Po odmierzeniu tego czasu następuje jednoczesne wsunięcie tłoczysk obu siłowników. Wsuwanie każdego tłoczyska trwa 1s. Gdy tłoczyska osiągną stan całkowitego wsunięcia, aktywowane zostaną czujniki B2 i B4. Dopiero aktywacja obu czujników (koniunkcja sygnałów z czujników B2 i B4) powoduje wyłączenie lampki H1.