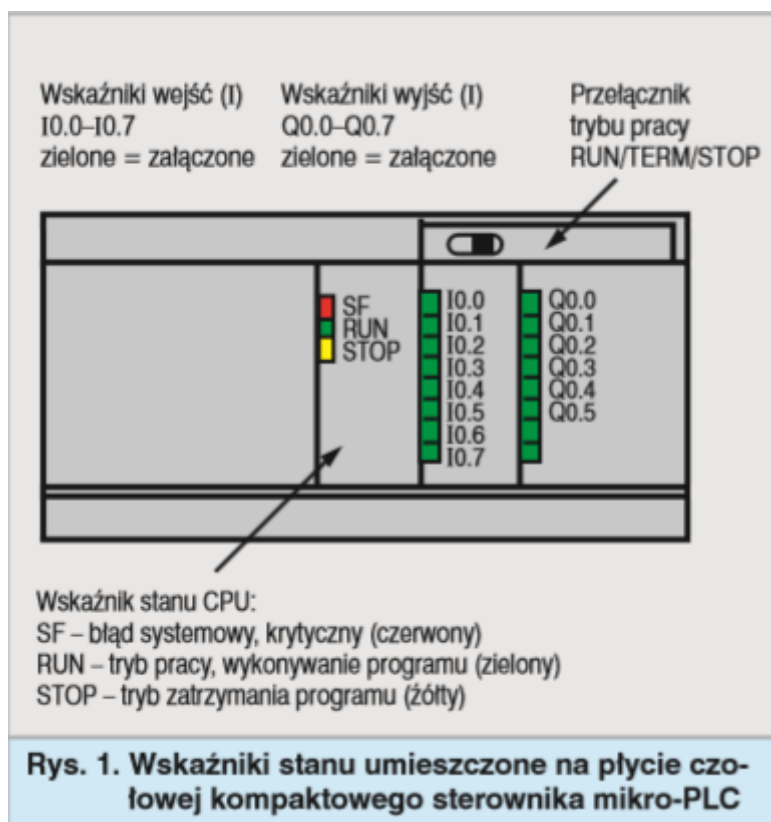


Zasada działania sterownika PLC.

Bieżący tryb pracy sterownika kompaktowego pokazują wskaźniki stanu (diody świecące LED) umieszczone na jego płycie czołowej (rys. 1):



- **SF** (ang. **S**ystem **F**ault = błąd systemowy) – zbiorczy wskaźnik błędów takich jak: **przepełnienie rejestru, dzielenie przez zero**, uszkodzenie sprzętu lub pamięci itp.
- **RUN** – wykonywanie programu sterującego,
- **STOP** – zatrzymanie sterownika.

Sterownik może znajdować się w dwóch trybach pracy: START lub STOP, które mogą być wybierane przy użyciu programatora, gdy przełącznik znajduje się w położeniu TERM, gdyż tylko wtedy można nawiązać komunikację pomiędzy PLC i programatorem. Ustawienie przełącznika w pozycję RUN lub STOP powoduje, że po wyłączeniu i ponownym załączeniu zasilania sterownik nie zmienia trybu pracy. Ponadto tryb pracy STOP jest automatycznie wybierany po ponownym zasileniu sterownika, jeżeli tylko przełącznik znajdował się w pozycji TERM.

W trybie pracy STOP można:

- ładować (ang. download) program sterujący do pamięci sterownika,
- przeglądać i zmieniać zawartość rejestrów sterownika,
- zmieniać parametry konfiguracyjne sterownika.

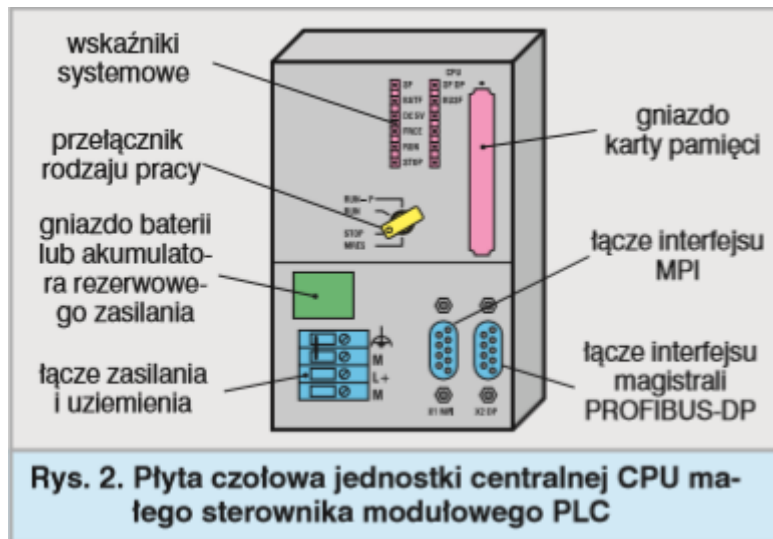
W trybie pracy RUN, gdy wykonywany jest program sterujący, nie jest możliwe konfigurowanie sterownika, jak również załadowanie do niego programu.

Wyróżnia się dwa tryby rozpoczęcia programu przez sterownik PLC:

- **zimny restart** (ang. Cold Restart), mający miejsce po przywróceniu zasilania lub po załadowaniu programu i wejściu w tryb RUN,
- **gorący restart** (ang. Warm Restart), dokonywany na życzenie operatora oraz po każdym kolejnym cyklu działania sterownika.

W drugim przypadku sterownik pomija wykonywanie procedury inicjacyjnej, którą użytkownik może uprzednio przygotować jako fragment programu sterującego. W ramach inicjacji można zaprogramować wstępne ustawienie wartości parametrów i argumentów wykorzystywanych w programie sterującym (ang. Default Value = wartość domyślna), np. nastawy regulatora PID, wartości zadane timerów i liczników itp.

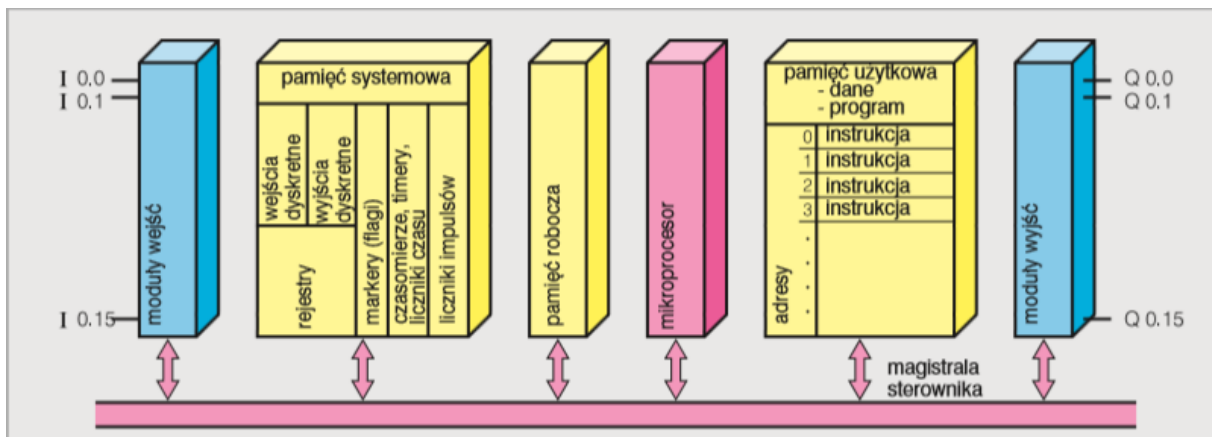
W przypadku sterowników modułowych, których typową płytą czołową modułu CPU przedstawiono na rys. 2,



przełącznik rodzaju pracy posiada, oprócz wcześniej omówionych, jeszcze dodatkowe pozycje:

- **MRES** (ang. **Memory RESet**) – kasowanie pamięci CPU,
- **RUN-P** – działanie sterownika z możliwością testowania i programowania za pomocą programatora (odpowiednik trybu TERM),
- **BAF** (ang. **BA**teryFault) – stan wyczerpania baterii podtrzymującej pamięć,
- **FRCE** (ang. **FORCE** = wymuszenie) niektóre zmienne pozostały w stanie wymuszenia (tzn. z narzuconą podczas testowania wartością) po odłączeniu programatora.

Schemat struktury wewnętrznej typowego sterownika PLC przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Budowa wewnętrzna sterownika PLC.

Sposób przydziału zasobów pamięci określa system operacyjny sterownika PLC, dzieląc pamięć na trzy obszary:

- **pamięć użytkową** (dane i program sterujący),
- **pamięć roboczą**,
- **pamięć systemową** (stan wejść/ wyjść, rejstry, markery, timery, liczniki).

W pamięci użytkowej sterownika przechowywane są dane i instrukcje programu sterującego użytkownika. Pamięć ta jest albo typu **RAM** albo **EEPROM** i może być rozszerzona za pomocą dodatkowych kart lub modułów pamięci. W przypadku karty wyposażonej w pamięć EEPROM program użytkownika może być do niej załadowany w trybie off-line (tzn. nie podczas działania sterownika). W ten sposób jest on dostępny w przypadku awarii zasilania.

Pamięć robocza jest szybką pamięcią typu RAM. Kopiowane są do niej dane w trakcie przetwarzania programu użytkownika.

Pamięć systemowa zawiera zmienne (nazywane także **operandami**), na których wykonywane są instrukcje programowe. Zmienne te przechowywane są w wydzielonych obszarach pamięci i stanowią tzw. **zasoby sterownika** (ang. resources = zasoby), do których należą stany wejść/wyjść dyskretnych, rejstry, markery, timery i liczniki, których wielkość zależy od zastosowanej jednostki CPU.

Rodzaje zmiennych, operandów:

- **zmienne wejściowe cyfrowe** (ang. **I**, Input = wejście, we) – argumenty funkcji logicznych, dostarczane z sensorów,
- **zmienne wyjściowe cyfrowe** (ang. **Q**, Quit, Output = wyjście, wy) – wartości funkcji logicznych, sygnały sterujące wysyłane do aktuatorów,
- **zmienne wejściowe analogowe** (ang. **AI**, Analog Input = wejście, we) – wartości zmiennych procesowych (**PV**, ang. ProcessVariable), dostarczane z sensorów procesu,
- **zmienne wyjściowe analogowe** (ang. **AQ**, Analog Quit, Output = wyjście, wy) – sygnały sterujące ciągłe, wysyłane do aktuatorów,

- **zmienne wewnętrzne** (ang. **M**, **Marker** = marker, znacznik) – przechowujące pośrednie wyniki obliczeń logicznych (w niektórych sterownikach zwane **flagami**, ang. **F**, **Flag**),
- **zmienne wewnętrzne specjalne** (ang. **SM**, **Special Marker**) – przechowujące ważne informacje systemowe, np. SM0.1 = trwa pierwszy cykl działania sterownika, SM0.2 = wyczerpana bateria podtrzymująca pamięć, SM0.7 = tryb pracy (1 = RUN, 0 = TERM),
- **zmienne czasowe** (ang. **T**, **Timer** = licznik czasu) – wykorzystywane do odmierzania czasu lub realizacji uwarunkowań czasowych,
- **zmienne licznikowe** (ang. **C**, **Counter** = licznik impulsów) – zliczające impulsy w górę i w dół.

Obszar markerów można tak skonfigurować, aby tylko część z nich była podtrzymywana bateryjnie, a pozostała część nie. Podtrzymanie bateryjne pozwala na zachowanie ich zawartości także w stanie wyłączonego zasilania sterownika (rys. 4).

właściwości	bajt adresu	bity adresu							
		7	6	5	4	3	2	1	0
bez podtrzymania baterijnego	2047								
	.								
	.								
	144								
z podtrzymaniem baterijnym	143								
	.								
	2								
	1								
	0								

Rys. 4. Markery z podtrzymaniem i bez podtrzymania baterijnego.

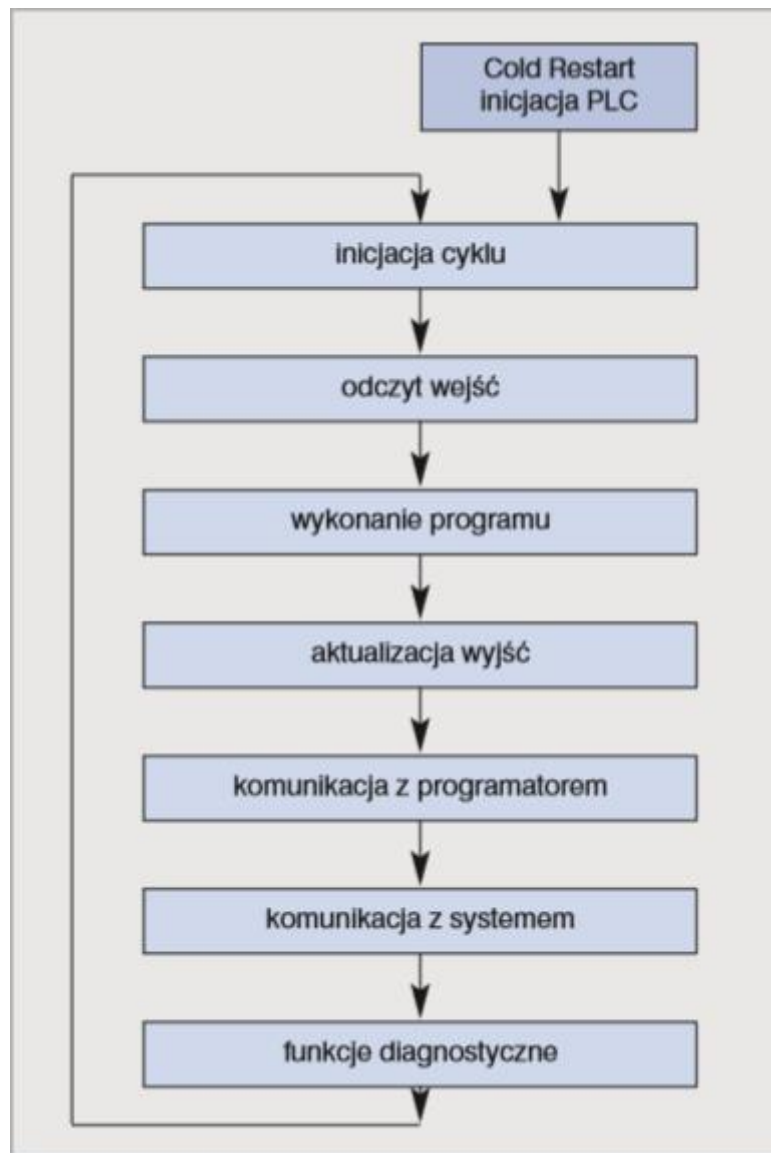
W jednostce centralnej CPU znajduje się również pamięć typu **flash** (ang. flashmemory = pamięć błyskowa), w której rezyduje system operacyjny sterownika PLC. Zawartość pamięci flash nie wymaga podtrzymania baterijnego.

System operacyjny znajdujący się w pamięci flash stanowi zbiór programów nadzorczych, które określają tożsamość sterownika PLC przez:

- określenie języka, w którym napisano program użytkowy – np. logika drabinkowa,
- przydzielenie zasobów pamięci jednostki centralnej określonym celom oraz określenie struktury, w jakiej sterownik PLC przechowuje w pamięci dane i operuje nimi.

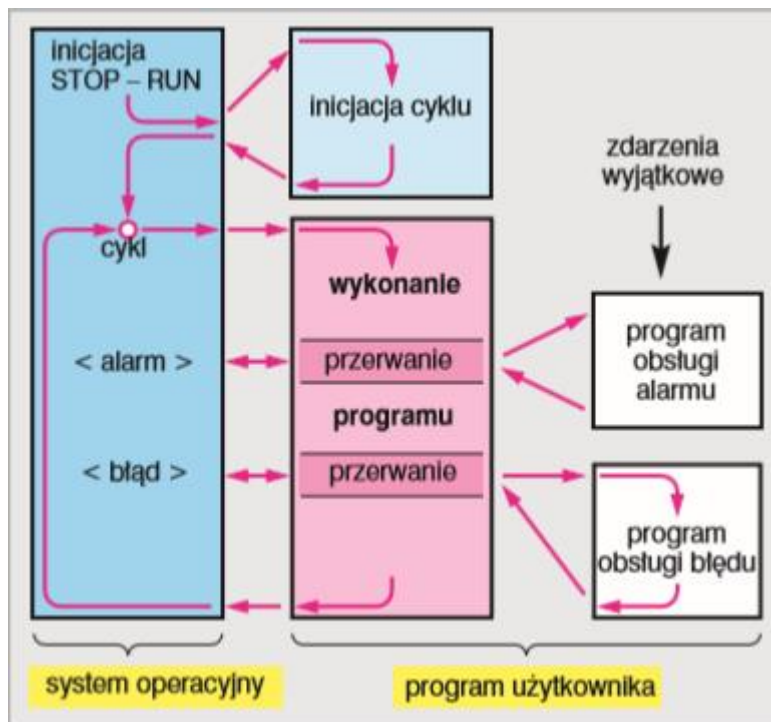
W pamięci flash niektórych sterowników można zapamiętać sprawnie działającą aplikację programu sterującego i jeżeli sterownik przestanie działać (np. z powodu zaniku zasilania lub błędów), to po dokonaniu przez użytkownika restartu, skopiuje ją do pamięci operacyjnej i sam się uruchomi (w żargonie automatyków: „sam stawia się na nogi”).

Cykl działania sterownika PLC.



Rys. 5. Cykl działania sterownika PLC.

Sterownik programowalny jest urządzeniem cyfrowym działającym cyklicznie. Na początku każdego cyklu pracy (rys. 5) odczytywane są stany wszystkich wejść i zapamiętywane w pamięci systemowej w postaci „obrazu procesu” (ang. Process Image). Następnie na „zamrożonych” danych sterownik wykonuje wszystkie rozkazy w kolejności, w jakiej zostały zapisane w programie. Oprócz realizacji kolejnych instrukcji programowych, system operacyjny obsługuje również zdarzenia wyjątkowe (ang. ExceptionEvents), pojawiające się sporadycznie, takie jak: alarmy, błędy, przerwania sprzętowe itp. (rys. 6). Jednocześnie tworzony jest w pamięci systemowej „obraz wyjść, sterowań” (ang. Control Image), na bazie którego sterownik generuje sygnały sterujące odpowiednimi elementami wykonawczymi. Po wykonaniu instrukcji programu użytkownika sterownik sprawdza stan wejść i realizuje zadania komunikacji. Kolejnym etapem pracy jest testowanie i diagnostyka układu.



Rys. 6. Sposób wykonywania programu sterującego w systemie operacyjnym sterownika PLC.

Czas takiego pojedynczego przebiegu nazywany jest **czasem cyklu**. Jest tym większy, im dłuższy jest program użytkownika. Zależy oczywiście także od **prędkości przetwarzania** wykorzystywanej jednostki CPU. Przeważnie wynosi kilka milisekund.

Po zakończeniu bieżącego cyklu następuje rozpoczęcie kolejnego. Cykliczne wykonywanie programu (ang. execution = egzekucja) jest charakterystyczną cechą sterownika PLC, uwzględnioną w jego systemie operacyjnym. W związku z tym nie jest wymagane stosowanie instrukcji powtarzania programu.

Pierwszy cykl działania sterownika, zaraz po włączeniu zasilania i wejściu w tryb RUN, różni się od pozostałych tym, że wykonywane są (jedyny raz) pewne działania inicjacyjne (procedura zimnego restartu), takie jak: wyzerowanie liczników, timerów, pośrednich wyników obliczeń i innych parametrów, oprócz elementów o pamięci trwałej.