SŁOWNICTWO Z ZAKRESU TECHNIKI MIKROPROCESOROWEJ I METROLOGII

Jerzy Jakubiec*, Adam Cichy*

Cz. 1. TECHNIKIA CYFROWA I MIKROPROCESOROWA

Jerzy Jakubiec

Adres (ang. address) – liczba dwójkowa określająca położenie elementu pamiętającego (*rejestru lub komórki pamięci*) w *przestrzeni adresowej*.

Adres podprogramu (ang. subroutine address) – adres pierwszej komórki pamięci programu, od której zaczyna się *podprogram*.

Akumulator (ang. accumulator) – podstawowy rejestr jednostki arytmetyczno-logicznej procesora przechowujący argument (lub jeden z dwóch argumentów),a także wynik operacji arytmetyczno-logicznej. Wykorzystywany także w rozkazach realizujących komunikację procesora z pamięcią układami wejścia/wyjścia.

Alternatywne funkcje końcówek mikrokontrolera (ang. alternative functions) – wykorzystywanie końcówek mikrokontrolera do przesyłania wielu (na ogół dwóch) sygnałów (najczęściej sygnałów portów równoległych i sygnałów magistrali mikrokontrolera). Ma to na celu zmniejszenie liczby końcówek mikrokontrolera, co istotnie rzutuje na jego rozmiary.

Argument (argumenty) operacji (ang. argument) – dane, na których wykonywana operacja arytmetyczno-logiczna.

Argument rozkazu – część *rozkazu* zawierająca dane niezbędne do jego realizacji. Argument rozkazu może być interpretowany przez procesor jako dane lub *adres*.

Arytmometr – kombinacyjny cyfrowy układ elektroniczny, którego wyjście stanowi wynik elementarnej operacji arytmetycznej na *argumentach* wejściowych.

Bajt (ang. byte) – jednostka długości *słowa* tworzona z 8 bitów oznaczana symbolem b. Bajt jest także używany jako jednostka organizacji (pojemności) pamięci. W takich przypadkach używa się przedrostka K na oznaczenie mnożnika $2^{10} = 1024$ (1Kb = 1024 bajtów), M na oznaczenie mnożnika 2^{20}, G – 2^{30} i T – 2^{40}.

Bit (ang. bit) – jednostka ilości informacji. Określa ilość informacji zawartej w obiekcie (liczbie) dwuwartościowej. Sygnały cyfrowe, definiowane jako dwustanowe, są fizycznym nośnikiem informacji 1-bitowej.

Bit (flaga) nadmiaru o symbolu O lub OV (ang. overflow) – ustawiany w stan 1, jeżeli wynik operacji arytmetyczno-logicznej przekracza zakres liczb dopuszczanych dla kodu dwudopełnieniowego, w przeciwnym przypadku jest zerowany.

---

* Prof. dr hab. inż. Jerzy Jakubiec, dr inż. Adam Cichy - Instytut Metrologii, Elektroniki i Automatyki, Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska.

Bit (flaga) parzystości o symbolu P (ang. parity) – ustawiany w stan 1, jeżeli liczba jedynek

poprawności transmisji. Przykładowo, gdy znak jest kodowany na 7 bitach, bit 8 może być wykorzystany do tego rodzaju kontroli w ten sposób, że gdy liczba jedynek w znaku jest nieparzysta, to 8. bit ustawiony jest w stan 1, a gdy parzysta, to równy jest 0. Odbiornik znaku sprawdza parzystość jedynek i na tej podstawie może wykryć przekłamania w transmisji.

Bit (flaga) przeniesienia o symbolu C lub CA (ang. carry) – bit ustawiany w stan 1, jeżeli na skutek realizacji operacji arytmetyczno-logicznej wystąpiło przeniesienie z bitu 8. wyniku na bit 9., w przeciwnym przypadku bite ten jest zerowany.

Bit (flaga) zera o symbolu Z (ang. zero) – ustawiany w stan 1, jeżeli wynik realizacji operacji arytmetyczno-logicznej jest równy zeru (wszystkie bity są równe 0), w przeciwnym przypadku jest zerowany.

Blok danych (ang. data block) – zbiór danych mieszczących się w spójnym (ciągłym) obszarze adresowym pamięci danych.

Bramka cyfrowa dwuwejściowa – element elektroniczny realizujący operację logiczną na dwóch sygnałach wejściowych, takie jak: *iloczyn logiczny*, *suma logiczna* i *suma modulo dwa*.

Bufor trójstanowy (ang. three-state buffer) – zespół dwukierunkowych bramek trójstanowych (dających się wprowadzić w stan wysokiej impedancji, w którym bramka nie jest aktywna) umożliwiających dwukierunkową transmisję sygnałów przy użyciu pojedynczej linii.

Czasomierz (ang. timer) – licznik odmierzający odcinku czasu przez zliczanie impulsów zegarowych (o odpowiednio dokładnie znanej i stabilnej częstotliwości).

Czasomierz kontrolny (ang. watchdog) – czasomierz, którego *przepełnienie* powoduje wysłanie sygnału przerwania interpretowanego jako niedopełnienie istotnych reżimów czasowych w realizacji programu.

Cykl transmisji danych (ang. transmission cycle) – sekwencja sygnałów na *magistrali* służąca do przesłania jednego *słowa danych*.

Cykl maszynowy procesora (ang. machine cycle) – sekwencja sygnałów narzucona przez konstruktora mikroprocesora procesor (mikrokontrolera). W przypadku mikroprocesorów na ogół w jednym cyklu przesyłane jest jedno słowo danych, w mikrokontrolerze Intel 8051 podczas jednego cyklu maszynowego realizowane są dwa *cykle transmisyjne*.

Cykl pobrania kodu rozkazu M1 (ang. M1 cycle) – pierwszy cykl w cyklu rozkazowym. W efekcie jego realizacji do *rejestru rozkazów* wpisywany jest *kod rozkazu*. Kod ten standardowo kopiowany jest z pamięci programu, jednak *kody rozkazów obsługi przerwania* pobierane są z w rejestru typu ROM układu przerwań lub z wyspecjalizowanego układu wejścia/wyjścia nazywanego *koderem przerwań*.

Cykl rozkazowy procesora (ang. instruction cycle) – sekwencja cykli maszynowych niezbędna do wykonania jednego rozkazu. Pierwszym cyklem jest w tym przypadku zawsze *cykl pobrania kodu rozkazu*.

Dekoder rozkazów (ang. instruction dekoder) – element procesora połączony z rejestrem rozkazów i zamieniający kod rozkazu na ciągi impulsów sterujących układami wewnątrz procesora i wyprowadzanych na *magistralę* procesora w postaci zewnętrznych sygnałów sterujących.

Flaga (ang. flag) – specyficzny znacznik ustawiany w stan 1 jeżeli wynik operacji arytmetyczno-logicznej wykonanej przez procesor spełnia określony warunek. Podstawowe

flagi to: *bit przeniesienia*, *bit zera*, *bit nadmiaru* i *bit parzystości*. Bity te wykorzystywane są w rozkazach *skoku warunkowego*.

Indeks (ang. index) – liczba całkowita określająca odległość elementu tablicy od jej początku.

Iloczyn logiczny (ang. AND) – operacja logiczna, gdy jest wykonywana na dwóch sygnałach cyfrowych daje w wyniku stan 1 na wyjściu tylko w przypadku, gdy obydwa sygnały wejściowe są w stanie 1.

Jednostka arytmetyczno-logiczna ALU (ang. arithmetic-logic unit) – podzespół procesora realizujący podstawowe operacje arytmetyczne (dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie) na liczbach całkowitych w kodzie dwójkowym oraz operacje logiczne na słowach. Na ogół w ALU występuje układ pozwalający na realizację dodawania dwóch liczb w *kodzie BCD*. Składa się arytmometru oraz rejestrów, z których podstawowym jest *akumulator*.

Jednostka centralna CPU (central processor unit) – podzespół komputera składający się z procesora oraz układów umożliwiających CPU pełnieni funkcji sterownika komputera. Przede wszystkim są to *bufory trójstanowe* zapewniające wymagane właściwości sygnałów na magistrali komputera, w tym wymaganą moc.

Kod BCD (ang. binary coded decimal) – kod służący do dwójkowego zapisu liczb dziesiętnych. Powszechnie stosowany jest naturalny kod BCD, zgodnie z którym 1 cyfra dziesiętna jest reprezentowana przez 4 bitową liczbę dwójkową w ten sposób, że wykorzystywane jest początkowe 10 kombinacji bitów do zapisu kolejnych cyfr dziesiętnych od 0 do 9. Pozostałe 6 kombinacji jest niepoprawnych z punktu widzenia kodu BCD.

Kod dwudopełnieniowy (dopełnieniowy do dwóch) (ang. two's complement code T^sC) – kod zapisu ujemnych liczb dwójkowych. Liczbę ujemną uzyskuje się przez odjęcie liczby dodatniej od podstawy równej liczbie miejsc znaczących liczby dodatniej podniesionej do potęgi 2. Bit najstarszy (*MSB*) liczb w tym kodzie jest bitem znaku: gdy jest równy 0 oznacza to znak plus, gdy 1- znak minus. Zakres liczb dwójkowych kodowanych na 8 bitach jest niesymetryczny i wynosi od -128 do +127.

Kod dwójkowy (ang. binary code) – jest to kod stosowany w zapisie pozycyjnym liczb charakterystyczny tym, że kolejne pozycje liczby mają wagi będące odpowiednio naturalnymi potęgami liczby 2.

Kod dziesiętny (ang. decimal code) – jest to kod stosowany w zapisie pozycyjnym liczb charakterystyczny tym, że kolejne pozycje liczby mają wagi będące odpowiednio naturalnymi potęgami liczby 10.

Kod rozkazu (ang. instruction code) – liczba dwójkowa będąca początkową częścią rozkazu, określająca działania procesora podczas wykonywania rozkazu.

Kod rozkazu obsługi przerwania – standardowo jest pobierany z rejestru typu ROM układu przerwań lub z wyspecjalizowanego układu wejścia/wyjścia nazywanego *koderem przerwań*.

Kod szesnastkowy (heksadecymalny) (ang. heksadecimal code) – sposób zapisu liczb dwójkowych. Liczba dwójkowa 4 bitowa zapisywana jest za pomocą jednej cyfry kodu szesnastkowego, co oznacza, że w kodzie tym potrzebne jest 16 cyfr. Są to: 10 cyfr kodu dziesiętnego oraz 6 początkowych liter alfabetu – A, B, C, D, E i F.

Kod znak-moduł – kod służący do zapisu liczb ze znakiem, zgodnie z którym najstarszy bit jest bitem znaku (0 na tym bicie oznacza znak plus, a 1 – minus), a pozostałe bity kodują wartość bezwzględną liczby.

Koder przerwań (priorytetowy) – wyspecjalizowany układ wejścia/wyjścia dostarczający procesorowi kod rozkazu obsługi przerwania w cyklu pobrania kodu rozkazu obsługi przerwania nazywanego w skrócie cyklem obsługi przerwania. Na wejście kodera podawane są sygnały przerwań z układów wejścia/wyjścia(typowo 8), a na jego wyjście przekazywany jest kod rozkazu obsługi przerwania,w którym na trzech bitach kodowany jest dwójkowo numer aktywnego sygnału o najwyższym *priorytecie*.

Komórka pamięci (ang. memory cell) – element pamiętający wchodzący w skład pamięci. Standardowo pamięć jest organizowana bajtowo, co oznacza, że komórka pamięci ma zdolność przechowywania 8 bitów. W zależności od rodzaju elementów pamiętających wyróżnia się pamięć statyczną i dynamiczną.

Komparator cyfrowy (ang. digital comparator) – układ cyfrowy realizujący porównanie dwóch słów (bajtów), wynik jest równy zeru w przypadku, gdy obydwa porównywane bajty są takie same, w przeciwnym przypadku wynik komparacji jest równy 1.

Komputer (ang. computer) – urządzenie składające się z *jednostki centralnej*, *pamięci programu i danych*, *układów wejścia/wyjścia* sprzęgających *urządzenia wejścia/wyjścia* jednostka centralną z pośrednictwem *magistrali*.

Kontroler (sterownik) (ang. controller) – urządzenie lub układ zdolny do zarządzania swoim otoczeniem. Realizuje to przez odbieranie sygnałów z otoczenia informujących o stanie elementów tego otoczenia (monitorowanie otoczenia) oraz przez wysyłanie sygnałów sterujących, w wymuszających stan elementów otoczenia.

Licznik (ang. counter) – układ elektroniczny, którego stan wyjść jest wzajemnie jednoznacznie związany z liczbą impulsów podanych na jego wejście.

Licznik rozkazów PC (ang. program counter) – wyspecjalizowany *rejestr* procesora przechowujący adres kierowany do pamięci programu i służący procesorowi do „poruszania się" po tej pamięci. Po każdej komunikacji z pamięcią programu (odczycie jednego bajtu z tej pamięci) licznik rozkazów zwiększany jest o 1.

Licznik zdarzeń (ang. event counter) – *licznik* mikrokontrolera zliczający impulsy przychodzące z jego końcówki. Każdy z impulsów reprezentuje jedno zdarzenie, które wystąpiło na zewnątrz mikrokontrolera.

Magistrala (ang. bus) – zespół linii zgrupowanych w *szyny* i służących do przesyłania sygnałów między procesorem a jego bezpośrednim otoczeniem (pamięci i układy wejścia/wyjścia).

Maskowanie (blokowanie) sygnału – przerywanie dalszej propagacji sygnału realizowane zazwyczaj przy użyciu dwuwejściowej bramki logicznej**, w** której jedno z wejść spełnia funkcję blokującą dla drugiego wejścia sygnałowego.

Mikrokontroler (ang. microcontroller) – *kontroler* wykonany jako układ scalony wielkiej skali integracji. Pełnienie funkcji kontrolera przez pojedynczy układ scalony wymaga umieszczenia w nim procesora, pamięci programu i pamięci danych oraz standardowych układów wejścia/wyjścia (układów peryferyjnych).

Mikroprocesor (ang. microprocessor) – *procesor* wykonany jako układ scalony wielkiej skali integracji VLSI (ang. very large scale of integration), charakteryzującej się umieszczeniem maksymalnie dużej liczby tranzystorów na jednostkowej powierzchni płytki krzemowej.

Multiplekser (ang. multiplexer) – układ elektroniczny o wielu wejściach i jednym wyjściu, przełączający wybrany cyfrowy sygnał wejściowy na wyjście.

Negacja logiczna – operacja realizowana na pojedynczym sygnale daje na wyjściu stan przeciwny do stanu sygnału na wejściu.

Obsługa układów wejścia/wyjścia na zasadzie przeglądania ich rejestrów stanu (ang. pooling) – polega na cyklicznym odczycie *rejestrów stanu* układów wejścia/wyjścia i sprawdzaniu ustawienia określonych bitów w stanie 1. Ustawienie bitu powoduje wywołanie odpowiedniego podprogramu obsługi zdarzenia sygnalizowanego tym bitem, w przeciwnym przypadku procesor sprawdza kolejny bit rejestr lub przechodzi do odczytu rejestru stanu układu następnego w pętli.

Odświeżanie pamięci dynamicznej (ang. refreshing) – działanie polegające na regeneracji ładunku kondensatorów pamiętających pamięci dynamicznej, realizowane kilkaset razy na sekundę.

Pamięć (ang. memory) – spójny zbiór komórek pamięci, czyli takich, których adresy stanowią ciągły obszar (adresy dwóch sąsiadujących komórek różnią się o 1).

Pamięć dynamiczna (ang. dynamic memory) – *pamięć typu RAM*, w której elementy pamiętające budowane są przy użyciu kondensatorów. Pamięć taka wymaga okresowego *odświeżania*.

Pamięć danych (ang. data memory) – fragment pamięci operacyjnej, w którym przechowywane są dane. Do „poruszania się" po tej pamięci procesor wykorzystuje różnego rodzaju *wskaźniki danych*.

Pamięć nieulotna (ang. non-volatile) – pamięć nie tracąca informacji po wyłączeniu napięcia zasilania (trwała). Taką cechę mają *pamięci typu ROM*.

Pamięć operacyjna (ang. operating memeory) – pamięć, która może być bezpośrednio adresowana przez procesor za pomocą sygnałów adresowych. Na ogół przyjmuje się, że jest to *pamięć typu RAM*.

Pamięć programu (ang. program memory) – fragment pamięci operacyjnej, której jest umieszczony program. Procesor porusza się po tej pamięci (odczytuje rozkazy) za pomocą wyspecjalizowanego rejestru nazywanego licznikiem rozkazów. Procesor może tą pamięć tylko odczytywać, w mikrokontrolerach jest to pamięć trwała typu ROM.

Pamięć statyczna (ang. static memory) – *pamięć typu RAM*, budowana z *przerzutników*.

Pamięć o swobodnym dostępie, pamięć typu RAM (ang. random access memory) – pamięć składająca się z *komórek*, które mogą być zarówno zapisywane, jak i odczytywane, a czas dostępu przy zapisie i odczycie każdej z komórek jest taki sam i jest minimalny dla określonej technologii wykonania (współcześnie czas dostępu wynosi około 8 ns).

Pamięć typu EPROM – *pamięć nieulotna* dająca się wielokrotnie kasować i zapisywać (programować). Kasowanie odbywa się przez naświetlanie ultrafioletem, zapis – elektrycznie.

Pamięć typu EEPROM – *pamięć nieulotna* zapisywana i kasowana elektrycznie, dzięki czemu może być umieszczana w mikrokontrolerach jako wewnętrzna pamięć programu (*typu flash*) i jako wewnętrzna pamięć danych. Programowanie takiej pamięci nie wymaga odłączenia mikrokontrolera od układu elektronicznego, którym zarządza, co nazywane jest programowaniem w układzie (ang. in system).

Pamięć typu flash (ang. flash memory) – jest pamięć wykonana w technologii EEPROM i zapisywana równocześnie dużymi blokami danych, dzięki czemu istotnie skraca się czas zapisu.

Pamięć typu ROM (ang. Read Only Memory) – *pamięć nieulotna*, która może być przez procesor tylko odczytywana. Do jej zapisu wymagany jest wyspecjalizowany układ nazywany *programatorem pamięci*.
Pamięć ulotna (ang. volatile) – pamięć, która traci przechowywaną informację po wyłączeniu napięcia zasilania.
Port (ang. port) –*układ wejścia/wyjścia* uniwersalny w tym sensie, że nie interpretuje przesyłanej dwukierunkowo informacji.
Port równoległy (ang. paralel port) – *port* realizujący przesyłanie wszystkich bitów słowa (na ogół 1 bajtu) równocześnie.
Port szeregowy (ang. serial port) – *port* realizujący przesyłanie wszystkich bitów danych (na ogół 1 bajtu) kolejno jeden po drugim. Na ogół składa się z nadajnika i odbiornika transmisji szeregowej pracujących niezależnie.
Poziom priorytetu (ang. priority level) – jest z reguły określany dwuwartościowo jako niższy lub wyższy poziom priorytetu. Brany jest pod uwagę w dwóch sytuacjach. Pierwsza dotyczy momentu próbkowania sygnałów przerwań, gdy co najmniej dwa sygnały są aktywne i trzeba rozstrzygnąć, który z nich zostanie obsłużony jako pierwszy. Druga sytuacja występuje, gdy realizowany jest podprogram obsługi przerwania i zostaje dostrzeżony przez procesor kolejny sygnał przerwania – trzeba wówczas rozstrzygnąć, czy należy przerwać aktualnie wykonywany podprogram, czy też nie.
Priorytet sygnału przerwania (ang. interrupt priority) – stopień ważności sygnału w stosunku do innych sygnałów przerwań brany pod uwagę, gdy w momencie *próbkowania* aktywnych jest wiele sygnałów i trzeba rozstrzygnąć, który z nich zostanie obsłużony jako pierwszy. W mikrokontrolerach priorytet sygnałów przerwań jest określony przez jego konstruktora w sposób nie dający się zmienić.
Priorytet położeniowy (ang. daisy chain) – stosowany w *trybie wektoryzowanym* do określania kolejności obsługi układów wejścia/wyjścia generujących sygnały przerwań. Układy te są połączone w sposób łańcuchowy, a ich miejsce w łańcuchu decyduje o priorytecie generowanego sygnału przerwania.
Procesor (ang. processor) – układ elektroniczny działający w sposób programowy, co oznacza, że jest zdolny do samodzielnego pobierania i wykonywania poleceń w postaci rozkazów umieszczonych w jego *pamięci programu*.
Programator pamięci – układ elektroniczny (lub urządzenie elektroniczne) służące do zapisu komórek pamięci trwałej. We współczesnych mikrokontrolerach programatory *pamięci EEPROM* stanowią ich autonomiczne podzespoły, do których bajty zapisywane w pamięci programu wprowadzane są z zewnątrz (z komputera) za pomocą odpowiedniego *interfejsu*. Pamięć programu wykonana w technologii EEPROM określana jest jako typu flash, co oznacza, że zapis programu trwa relatywnie krótko. Uzyskuje się to dzięki jednoczesnemu zapisowi wielu komórek pamięci w tym samym czasie. W mikrokontrolerach stosowane są również wewnętrzne pamięci danych EEPROM, dzięki czemu uzyskuje się trwałe przechowywanie zapisanych danych. Czas zapisu jednego bajtu w takiej pamięci jest znacznie dłuższy niż czas odczytu i wynosi około 4 ms.
Próbkowane sygnałów przerwań – działanie *procesora* wykonywane w ostatniej fazie jego realizacji polegające na sprawdzeniu czy jakikolwiek sygnał przerwania jest aktywny.

Przepełnienie licznika – stan licznika, w którym wszystkie wyjścia są w stanie 1. Po kolejnym impulsie wejściowym zliczanie zaczyna się od początku (wszystkie wyjścia są w stanie 0).

Przerzutnik (ang. flip-flop) – element pamiętający informację 1 bitową, składający z tranzystorów i przyjmujący, dzięki wykorzystaniu zjawiska dodatniego sprzężenia zwrotnego, dwa stabilne stany, którym odpowiednio przyporządkowane są wartości 0 i 1.

Program (ang. program) – ciąg rozkazów. Z reguły program ma postać sekwencyjną, czyli składa się z rozkazów umieszczonych w pamięci programu bezpośrednio jeden po drugim.

Podprogram (ang. subroutine) – ciąg rozkazów kończący jednym z *rozkazów powrotu z podprogramu* o symbolach RET, RETI lub RETN.

Podprogram obsługi przerwania – podprogram, którego wywołanie inicjowane jest sygnałem przerwania i który kończy się *rozkazem powrotu z podprogramu obsługi przerwania RETI lub RETN*. Sygnały przerwań są sprawdzane przez procesor pod koniec wykonywania każdego rozkazu, a aktywność co najmniej jednego sygnału powoduje, że następnym realizowanym rozkazem jest *rozkaz obsługi przerwania*.

Podprogram zwykły – *podprogram* wywoływany z poziomu programu *rozkazem wywołania podprogramu*. Z punktu widzenia programisty, podprogram jest ciągiem rozkazów wielokrotnie powtarzanych w różnych miejscach programu. Wyodrębnienie tych rozkazów postaci podprogramu istotnie upraszcza strukturę programu.

Przerwanie (ang. interrupt) – działanie procesora polegające na chwilowym zawieszeniu aktualnie wykonywanego programu w reakcji na wystąpienie *sygnału przerwania*, w celu wykonania *podprogramu obsługi przerwania*, po którym następuje powrót do kontynuacji przerwanego (głównego) programu.

Przestrzeń adresowa (ang. memory space) – ciągły zbiór adresów określony przez adresy początku i końca.

Rejestr (ang. register) – element pamiętający z reguły bitowy traktowany jako samodzielny (wyodrębniony) element *procesora* lub *układu wejścia/wyjścia*, czym różni się od *komórki pamięci*, która zawsze jest traktowana jako element zbioru (pamięci)

Rejestr indeksowy – rejestr przechowujący adres początku tablicy. Adres elementu tablicy uzyskiwany jest jako suma zawartości tego rejestr i indeksu będącego argumentem rozkazu.

Rejestr procesora – rejestr wchodzący w skład procesora. Wyróżnia się *wyspecjalizowane rejestry procesora* i *rejestry robocze (ogólnego przeznaczenia)*.

Rejestr rozkazów IR (ang. instruction register) –wyspecjalizowany rejestr procesora służący do przechowywania *kodu rozkazu* przez cały czas jego realizacji rozkazu przez *procesor*.

Rejestr danych (ang. data register) – rejestr wykorzystywany do przechowywania informacji, może być zarówno zapisywany, jak i odczytywany przez procesor. W przypadku *układów wejścia/wyjścia* rejestry danych wykorzystywane są jako *bufory danych* pośredniczące w ich transmisji między procesorem a *urządzeniami wejścia/wyjścia*.

Rejestry robocze procesora (ogólnego przeznaczenia) (ang. working registers, general purpose registers) – *rejestry* wykorzystywane do przechowywania *argumentów* operacji realizowanych przez procesor, mogą być także używane jako uniwersalne *wskaźniki danych*.

Rejestr stanu (ang. state register) – *rejestr*, którego bity mają specyficzne znaczenie: bądź informujące o stanie układu, bądź służące do wymuszania określonego stanu tego układu. W przypadku *układów wejścia/wyjścia* rejestry stanu dzieli się często na rejestry wejściowe

i wyjściowe. Rejestry wejściowe mogą być tylko zapisywane przez procesor i służą do wymuszania stanu układu wejścia wyjścia i współpracującego z nim urządzenia wejścia/wyjścia. Rejestry wyjściowe przechowują informacje o stanie układu i urządzenia i mogą być przez procesor jedynie odczytywane. Ustawienie określonych bitów (*znaczników*) w tych rejestrach skutkuje wystąpieniem *sygnału przerwania*.

Rejestr wartości początkowej licznika – *rejestr* przechowujący liczbę, która jest wpisywana do licznika po jego przepełnieniu. Zliczanie impulsów rozpoczyna się począwszy od tej wartości.

Rejestr przechwytujący (ang. capture register) – *rejestr* do którego wpisywany jest stan licznika w chwili przyjścia odpowiedniego impulsu (przechwytywanie „w locie").

Rejestry wyspecjalizowane procesora – *rejestry* spełniające w procesorze specyficzne funkcje. Do takich rejestrów zalicza się *licznik rozkazów*, *wskaźnik stosu*, *rejestr indeksowy* i inne.

Rozdzielne adresowanie pamięci i rejestrów układów wejścia/wyjścia – komórki pamięci i rejestry są widziane w oddzielnych obszarach adresowych, co powoduje, że długość adresów w obu przypadkach jest inna, różne są również sygnały wykorzystywane do komunikacji w obu przypadkach.

Rozkaz (ang. instruction) – polecenie zrozumiale dla *procesora* i mające postać liczby dwójkowej. Z punktu widzenia programu rozkaz jest elementarnym (niepodzielnym) krokiem programu.

Rozkaz obsługi przerwania – specjalny *rozkaz* realizowany jako następny po rozkazie, podczas realizacji którego procesor dostrzegł aktywny sygnał przerwania. Rozkaz ten jest pobierany z *układu przerwań* – z rejestru typu ROM lub z *kodera przerwań*.

Rozkaz powrotu z podprogramu obsługi przerwania RETI (ang. return from interrupt) – *rozkaz* umieszczany jako ostatni w podprogramie obsługi *sygnału przerwania maskowalnego*. Realizacja tego rozkazu przez procesor powoduje wykonanie takich samych działań, jak dla *rozkazu powrotu z podprogramu RET*, a ponadto odtwarzany jest stan układu przerwań z chwili wywołania podprogramu obsługi przerwania maskowalnego.

Rozkaz powrotu z podprogramu obsługi przerwania RETN (ang. return from non-mascable interrupt) – *rozkaz* umieszczany jako ostatni w podprogramie obsługi *sygnału przerwania niemaskowalnego*. Realizacja tego rozkazu przez procesor powoduje wykonanie takich samych działań, jak dla *rozkazu powrotu z podprogramu RET*, a ponadto odtwarzany jest stan układu przerwań z chwili wywołania podprogramu obsługi przerwania niemaskowalnego.

Rozkaz powrotu z podprogramu zwykłego RET (ang. return from subroutine) – rozkaz umieszczany jako ostatni w *podprogramie zwykłym*. W złożonych procesorach realizacja tego rozkazu powoduje odtworzenie stanu wszystkich rejestrów procesora przez skopiowanie do nich odpowiednich komórek stosu, w których zostały przechowane podczas realizacji *rozkazu wywołania podprogramu.* W prostych procesorach odtwarzana jest tylko zawartość licznika rozkazów.

Rozkaz wywołania podprogramu (zwykłego) – ma postać symboliczną CALL ADRES, gdzie *argument* ADRES jest *adresem podprogramu*. W trakcie realizacji tego rozkazu procesor wykonuje dwie czynności. Najpierw na stosie zapamiętywane są zawartości wszystkich rejestrów procesora lub tylko zawartość licznika rozkazów, a wówczas

przechowanie zawartości pozostałych rejestrów procesora pozostawia się w gestii programisty. Druga czynność polega na wpisaniu argumentu rozkazu CALL do licznika rozkazów, co powoduje skok do podprogramu (następny rozkaz realizowany przez procesor jest pierwszym rozkazem wywołanego podprogramu).

Skok warunkowy – skok realizowany o ile spełniony jest warunek wskazany w rozkazie skoku. Gdy tak nie jest procesor pobiera kolejny rozkaz po rozkazie skoku warunkowego.

Skok zwykły – przemieszczenie się mikroprocesora w obszar pamięci programu wskazany bezpośrednio jako argument w rozkazie skoku lub w sposób pośredni. Działanie procesora w fazie realizacji rozkazu polega na wprowadzeniu do licznika rozkazów adresu skoku (argumentu rozkazu skoku).

Skok ze śladem (wywołanie podprogramu) – polega na przejściu procesora do wykonywania *podprogramu zwykłego* lub *podprogramu obsługi przerwania.* W trakcie realizacji rozkazu, którego skutkiem jest wywołanie podprogramu następuje zapisanie na stosie aktualnej zawartości licznika rozkazów (nazywanej „śladem"), a następnie do licznika wprowadzany jest adres podprogramu.

Słowo (ang. word) – określa jednostkową porcję informacji charakterystyczną dla urządzenia (układu), z reguły wyrażoną w bitach lub bajtach. Proste mikroprocesory i mikrokontrolery mają 8 bitowe (1 bajtowe) słowo danych i 16 bitowe słowo adresowe.

Słowo danych procesora (ang. processor data word) – określone jest jako liczba bitów przesyłanych jednocześnie przy użyciu *szyny danych procesora*.

Słowo adresowe procesora – (ang. processor address word) – określone przez liczbę bitów przesyłanych równocześnie przy użyciu *szyny adresowej procesora*.

Spójne adresowanie pamięci i układów wejścia/wyjścia – obszar adresowy komórek pamięci i rejestrów układów wejścia/wyjścia jest wspólny. Adresy rejestrów i komórek mają taką samą długość, a sygnały używane przez procesor do komunikacji są w obu przypadkach takie same.

Sterownik DMA (DMA controller) – wyspecjalizowany układ elektroniczny realizujący transmisję blokową w *trybie DMA*. Sterownik ten realizuje transmisję szybciej niż procesor, gdyż nie działa w sposób programowy (nie musi pobierać rozkazów przesyłania danych), a ponadto transmisja może być realizowana w jednym cyklu (mikroprocesor potrzebuje do tego celu 2 cykli, gdyż w transmisji musi pośredniczyć jakiś rejestr procesora).

Sterownik przemysłowy – urządzenie, zazwyczaj wykonane w standardzie modularnym, spełniające funkcję sterownika w systemie automatyzacyjnym. Wykorzystanie rozwiązań modularnych pozwala na łatwą rozbudowę wejść i wyjść sterownika i zapewnienie odpowiedniej mocy sygnałów wyjściowych. Tego rodzaju sterowniki oprogramowywane są przy użyciu wyspecjalizowanego języka, dostosowanego do specyfiki zadań realizowanych przez określony typ sterownika.

Stos (ang. stack) – spójny zbiór komórek pamięci danych zorganizowany według reguły LIFO (ang. last in first out), która oznacza, że komórka stosu zapisana jako ostatnia musi zostać odczytana jako pierwsza.

Suma modulo dwa (różnica symetryczna) (ang. XOR) – operacja logiczna, gdy jest wykonywana na dwóch sygnałach cyfrowych daje w wyniku stan 0 na wyjściu tylko w przypadku, gdy obydwa sygnały wejściowe są w tym samym stanie. Realizuje elementarną operację 1-bitowej komparacji cyfrowej, czyli porównania stanu dwóch sygnałów.

Suma logiczna (ang. OR) – operacja logiczna, gdy jest wykonywana na dwóch sygnałach cyfrowych daje w wyniku stan 0 na wyjściu tylko w przypadku, gdy obydwa sygnały wejściowe są w stanie 0.
Szyna (ang. bus) – zespół przewodów przeznaczonych do przesyłania sygnałów przeznaczonych do realizacji określonej funkcji *magistrali*.
Szyna adresowa procesora (ang. address bus) – *szyna* służąca do przesyłania sygnałów adresowych z *procesora* (lub *sterownika DMA*) do pamięci i układów wejścia/wyjścia.
Szyna danych procesora (ang. data bus) – *szyna* służąca do dwukierunkowego przesyłania danych między procesorem a pamięcią lub układem wejścia/wyjścia.
Szyna sterowania (ang. control bus) – *szyna* służąca do przesyłania sygnałów sterujących z i do procesora.
Sygnał (ang. signal) – fizyczny nośnik informacji.
Sygnał przerwania (ang. interrupt signal) – *sygnał* przekazywany do procesora z *układu wejścia/wyjścia* informujący o zajściu w nim, lub we współpracującym *urządzeniu wejścia/wyjścia*, określonego zdarzenia, które wymaga obsługi w postaci realizacji dedykowanego *podprogramu obsługi przerwania*.
Transmisja blokowa – przesyłanie w jednym ciągu działań całego *bloku danych*.
Tryb DMA (ang. direct memory access) – tryb pracy *komputera* polegający na przesyłaniu bloku danych z pominięciem procesora, czyli bezpośrednia bezpośrednio między pamięcią a układem wejścia/wyjścia (stosowana jest również transmisja DMA typu pamięć-pamięć oraz układ wejścia/wyjścia-układ wejścia/wyjścia). Procesor w tym czasie jest odcięty od magistrali i znajduje się *stanie specjalnym wstrzymania* (jego stan zostaje „zamrożony"). Transmisję DMA realizuje wyspecjalizowany układ nazywany *sterownikiem DMA*.
Układ przerwań – podzespół procesora lub mikrokontrolera, którego zadaniem jest wykonanie wszystkich działań dotyczących sygnałów przerwań w celu umożliwienia procesorowi wykonania podprogramów obsługi przerwań w kolejności wynikającej z ich priorytetu.
Układ wejścia/wyjścia – układ elektroniczny z najbliższego otoczenia procesora (jest przez niego bezpośrednio *adresowany*) służący procesorowi do komunikacji z *urządzeniami wejścia/wyjścia*. Przez procesor widziany jest jako zbiór *rejestrów danych* i *rejestrów stanu*.
Urządzenie wejścia/wyjścia (urządzenie peryferyjne) – jest to na ogół konstrukcja elektromechaniczna (np. drukarka) służąca w *komputerze* do komunikacji otoczeniem z jego otoczeniem (wprowadzania i wyprowadzania danych) i sprzężona z procesorem za pośrednictwem odpowiedniego *układu wejścia/wyjścia*.
Wektor przerwania (ang. interrupt vector) – indeks do tablicy zawierającej adresy podprogramów obsługi przerwań dostarczany przez układ wejścia /wyjścia generujący sygnał przerwania o najwyższym priorytecie.
Wektoryzowany tryb obsługi przerwań – tryb obsługi przerwań, w którym procesor pobiera adres *podprogramu obsługi przerwania* z tablicy wskazywany przez *wektor przerwania*.
Wierzchołek stosu – ostatnio zapisana komórka *stosu*.
Wskaźnik danych (ang. data pointer) – rejestr procesora służący do przechowywania adresu kierowanego do pamięci danych. Stosowane są uniwersalne wskaźniki danych i wskaźniki wyspecjalizowane, takie jak *wskaźnik stosu* i *rejestr indeksowy*.

Wskaźnik stosu (ang. stack pointer) – wyspecjalizowany rejestr służący procesorowi do przechowywania adresu *wierzchołka stosu*.
Znacznik – wyodrębniony bit w rejestrze stanu o specyficznym znaczeniu. W procesorze znacznikami są *flagi* ustawiane odpowiednio zależności od wyniku *operacji arytmetyczno-logicznej*. W układach wejścia wyjścia ustawienie znacznika w stan 1 powoduje z reguły wysłanie *sygnału przerwania.*

Cz. 2. PROGRAMOWANIE MIKROKONTROLERÓW

Jerzy Jakubiec

Alternatywne tłumaczenie programu asemblerowego - w zależności od wartości logicznej wyrażenia arytmetycznego jest tłumaczony wskazany fragment programu lub fragment alternatywny.
Argument (argument) – element pola argumentów linii będący *wyrażeniem arytmetycznym*, niezbędny do prawidłowego przetłumaczenia linii.
Asemblacja warunkowa – warunkowe tłumaczenie programu asemblerowego pozwalające na alternatywne tłumaczenie wskazanych linii programu lub tłumaczenie wykluczające.
Asembler (ang. assembler) – program służący do kompilacji programów napisanych w języku typu asembler.
Atrybuty symboli słownika – określają właściwości symboli zwartych w słowniku języka programowania. Atrybutem może być wartość nazwy, o ile jej przysługuje, lub liczba jednobitowa wskazująca, czy symbol ma lub nie ma określonej właściwości.
Bieżący wskaźnik umieszczenia – zmienna procesu tłumaczenia. W przypadku asemblera wartość wskaźnika po przetłumaczeniu każdej linii zwiększa się o tyle, ile bajtów generuje ta linia (uzyskuje się w wyniku przetłumaczenia tej linii). Programista może nadać wartość temu wskaźnikowi za pomocą dyrektywy o nazwie ORIGIN, której realizacja powoduje przeniesienie argumentu dyrektywy na wartość wskaźnika. Wykorzystywany do uzyskiwania adresów lokowania *kodu wynikowego* w *pamięci programu* oraz do nadawania wartości *etykietom*. Może być używany w programie jako element *wyrażenia arytmetycznego* i wówczas oznaczany jest symbolem $.
Dane początkowe (ang. intiative data) – w języku typu asembler dane określane za pomocą dyrektyw rezerwacji pamięci, w przypadku języka C stałe i zmienne inicjowane (o określonych wartościach początkowych).
Deklaracja zmiennej – określenie *typu zmiennej*, co pociąga za sobą zarezerwowanie odpowiedniej liczby komórek pamięci na przechowywanie wartości tej zmiennej i określenie jej położenia w pamięci.
Definicja funkcji – jest ciągiem symboli kodujących w języku C *procedurę* mającą postać podprogramu i dającą się *wywoływać* wielokrotnie. Składa się z *nazwy funkcji*, *deklaracji parametrów formalnych* funkcji oraz *treści funkcji*.
Dyrektywa – jest to polecenie kierowane do programu tłumaczącego. W przypadku *języka typu asembler* jest to linia programu, w której w polu operacji występuje nazwa dyrektywy poprzedzona kropką.
Emulator (ang. emulator) – zespół programowo-sprzętowy pozwalający na wypracowanie sygnałów w pełni fizycznie symulujących właściwości elementu elektronicznego w celu jego zastąpienia przez sondę emulatora.

Etykieta (ang.label) – symbol adresu. Wykorzystywana jest przede wszystkim do oznaczania początku *podprogramu* (punktu wejścia do podprogramu).
Funkcja (ang. function) – podstawowa konstrukcja programistyczna (procedura) w języku C. Po przetłumaczeniu stanowi podprogram.
Grupa sekcji (ang. group of sections) – zbiór sekcji o tych samych nazwach z różnych modułów.
Instrukcja (ang. instruction) – polecenie języka symbolicznego (ciąg symboli) tłumaczone na rozkazy. W przypadku *języka typu asembler* jedna instrukcja tłumaczona jest na jeden rozkaz (właściwość 1:1). W przypadku *języka wysokiego poziomu* jedna instrukcja z reguły tłumaczona jest na wiele rozkazów.
Interpretacja (ang. interpretation) – *tłumaczenie programu* linia po linii z natychmiastowym wykonywaniem przetłumaczonej linii. Pozwala na krokową realizację programu z możliwością wyświetlania na ekranie aktualnych wartości zmiennych definiowanych w programie.
Język algorytmiczny – uniwersalny *język wysokiego poziomu*, ukierunkowany na zapis w postaci programu (kodowanie) dowolnego rodzaju algorytmów (np. język C, Fortran, Basic, Pascal itp.).
Język C – *język algorytmiczny*, którego *składnia* i *semantyka* jest stosunkowo blisko związana ze sposobem realizacji operacji przez procesor. Wykorzystywany powszechnie do tworzenia programów wykorzystujących funkcje *systemu operacyjnego*.
Język proceduralnie zorientowany – *język wysokiego poziomu* o konstrukcji zorientowanej na specyfikę realizowanych działań (np. języki symulacyjne, języki baz danych itp.)
Język programowania – zbiór reguł określający *składnię* i *semantykę* języka oraz jego *słownik*.
Język typu assembler, **assembler** (ang. assembler) – język programowania zorientowany sprzętowo. Cechuje go używanie mnemonicznych kodów rozkazów (symboli rozkazów) i nazw rejestrów procesora przyjętych przez jego konstruktora oraz stosowanie przez użytkownika symbolicznych nazw adresów (*etykiet*).
Język wysokiego poziomu – język programowania dostosowany do specyfiki realizowanych zadań programistycznych, niezależny od właściwości komputera, na którym wykonywane są programy.
Kod ASCII (ang. American Standard Code for Information Interchange) – sposób zapisu znaków (liter, cyfr i znaków specjalnych) za pomocą liczb 8-bitowych w celu ich przesyłania do urządzeń realizujących graficzne wyprowadzanie tych znaków (drukarki, monitory).
Kod dwójkowy naturalny (ang. binary code) – sposób pozycyjnego zapisu liczb, w którym stosowane są dwie cyfry 0 i 1, a kolejne pozycje w liczbie są kolejnymi potęgami naturalnymi podstawy równej 2.
Kod dziesiętny (ang. decimal code) – sposób zapisu liczb charakteryzujący się tym, że używane jest dziesięć cyfr od 0 do 9, a pozycje w liczbie są kolejnymi potęgami całkowitymi podstawy równej 10.
Kod INTEL HEX – sposób zapisu kodu wynikowego stosowany w celu przesyłania do programatora zawartości komórek pamięci programu. Przesyłane liczby zapisane są w kodzie szesnastkowym i zorganizowane w rekordy zaczynające się od adresu spójnego obszaru

pamięci, po którym podawane są zawartości kolejnych komórek oraz na końcu *suma kontrolna* rekordu.

Kod szesnastkowy (heksadecymalny) (ang. heksadecimal code) – sposób zapisu liczb dwójkowych. Liczba dwójkowa 4 bitowa zapisywana jest za pomocą jednej cyfry kodu szesnastkowego, co oznacza, że w kodzie tym potrzebne jest 16 cyfr. Są to: 10 cyfr kodu dziesiętnego oraz 6 początkowych liter alfabetu – A, B, C, D, E i F.

Komentarz (ang. notation) – element programu pomijany w procesie tłumaczenia wyjaśniający znaczenie fragmentów programu.

Kompilacja (ang. compilation) – całościowe tłumaczenie program źródłowego, po którym program jest wykonywany w jego końcowej postaci.

Konsolidacja programu (ang. linking) – druga faza tłumaczenia programu asemblerowego polegająca na *lokowaniu* relokowalnego programu wynikowego w postaci modułów o strukturze wielosekcyjnej w dedykowanych obszarach pamięci. Istotnym działaniem realizowanym w ramach konsolidacji jest przesuwanie sekcji z miejsca lokowania po asemblacji do miejsca w pamięci programu, gdzie sekcje użytkowane. Program wynikowy po konsolidacji nazywany jest *absolutnym*.

Konsolidator, program łączący (ang. linker) – program przekształcający zbiór relokowalnych programów wynikowych w postaci sekcyjnej w program absolutny realizowany przez procesor.

Linia programu (ang. program line) – ciąg symboli zakończonych znakiem końca linii, którym, w *języku typu asembler* jest znak powrotu karetki CR (ang. carriage return). Linia w tym języku składa się z 4 *pól*, których każde może być puste, i stanowi jedno zdanie. Oznacza to, że program w asemblerze zbudowany jest z linii, a zatem jest tłumaczony linia po linii.

Lokowanie kodu wynikowego – nadawanie adresów bajtom kodu wynikowego.

Makroasembler (ang. macroassembler) – język typu asembler wyposażony w nakładkę, która umożliwia wykonywanie operacji na tekście programu źródłowego. Podstawowe z tych operacji umożliwiają *asemblację warunkową* i *tworzenie* oraz *wywoływanie makroinstrukcji*.

Makroinstrukcja (ang. macroinstruction) – wyodrębniony ciąg symboli opatrzony *nazwą*,, nazywany treścią (ciałem) makroinstrukcji, ze wskazanymi *parametrami formalnymi*. Treść makroinstrukcji może być wielokrotnie wstawiana w program źródłowy, co nazywane jest *rozwijaniem* makroinstrukcji, z modyfikacjami w miejscach określonych przez parametry formalne.

Moduł (ang. module) – fragment programu elementarny z punktu widzenia asemblera. Oznacza to, że dla każdego modułu asembler rozpoczyna proces tłumaczenia od początku (nazywane jest to restartem asemblera), co skutkuje wyzerowaniem bieżącego wskaźnika umieszczenia i przyjęciem słownika w wersji podstawowej. Modułem z zasady jest plik z programem źródłowym, a w ramach pliku moduły można wyodrębniać za pomocą dyrektywy MODULE zaczynającej moduł i ENDMOD kończącej ten moduł.

Nazwa globalna (ang. global name) – w asemblerze nazwa użytkownika definiowana w danym module i udostępniana do użytkowania w innych modułach. Nazwa taka może być używana w dowolnym module pod warunkiem zdeklarowania jej w danym module jako *zewnętrznej*.

Nazwa lokalna (ang. local name) – w asemblerze nazwa, która jest używana wyłącznie wdanym module. Można zawęzić lokalne znaczenie nazwy za pomocą dyrektywy o nazwie SET. Nazwa definiowana przy jej użyciu obowiązuje tylko do kolejnej definicji te samej nazwy za pomocą kolejnej dyrektywy SET.

Nazwa makroinstrukcji (ang. macroinstruction name) – nazwa wprowadzona przez użytkownika w definicji makroinstrukcji i używana w dyrektywie użytkownika wywołującej makroinstrukcję.

Nazwa sekcji (ang. section name) – nazwa wprowadzona przez użytkownika w definicji sekcji i używana w dyrektywie użytkownika nazywanej *przełącznikiem sekcji*.

Nazwa użytkownika (ang. user name) – symbol wprowadzany do programu o postaci i właściwościach definiowanych przez użytkownika. Użycie tego rodzaju nazwy w programie powoduje w procesie tłumaczenia dopisanie jej do słownika z odpowiednimi atrybutami określającymi jej właściwości. W przypadku języka typu asembler nazwy użytkownika mogą uzyskiwać wartości lub ich nie uzyskiwać. Wartości uzyskują nazwy *stałych programistycznych* i *etykiety*, natomiast nie uzyskują nazwy *makroinstrukcji* i *sekcji*, które są wykorzystywane w programie jako nazwy dyrektyw użytkownika. W języku C wszystkie nazwy użytkownika uzyskują wartości (przykładem są nazwy funkcji, które w procesie tłumaczenia interpretowane są jako etykiety).

Nazwa zewnętrzna (ang. external name) – w asemblerze nazwa użytkowana w danym module a definiowana w innym.

Operator wyrażenia arytmetycznego – symbol określający rodzaj wykonywanej operacji arytmetycznej lub logicznej na argumencie (argumentach) wyrażenia. Operator jednoargumentowy poprzedza argument, na którym realizowana jest operacja (np. znak minus przed liczbą oznacza, że procesie tłumaczenia tworzona jest liczba ujemna zapisana w *kodzie dwudopełnieniowym*). Operator dwuargumentowy przedziela dwa argumenty, na których realizowana jest operacja arytmetyczna lub logiczna.

Pamięć danych (ang. data memory) – fragment pamięci operacyjnej, w którym przechowywane są dane. Do „poruszania się" po tej pamięci procesor wykorzystuje różnego rodzaju *wskaźniki danych*.

Pamięć programu (ang. program memory) – pamięć rozpoznawana przez procesor jako zawierająca program. W przypadku mikrokontrolerów pamięcią programu nazywana jest pamięć trwała (współcześnie EEPROM), w której umieszczany jest *kod wynikowy*. Jest fizycznie oddzielona od pamięci danych typu RAM.

Parametry aktualne funkcji – wartości parametrów formalnych (argumentów funkcji), na których realizowane jest aktualne wywołanie *funkcji*.

Parametry formalne funkcji (argumenty funkcji) – wielkości, na których funkcja wykonuje działania określone w jej treści.

Plik konsolidacji (ang. linking file) – plik składający się z dyrektyw konsolidatora określających zespalanie programu relokowalnego w postaci modułów o strukturze wielosekcyjnej do postaci wykonywalnej (absolutnej).

Podprogram (ang. subroutine) – dla procesora jest ciąg rozkazów zakończony rozkazem powrotu z podprogramu RET, a w przypadku podprogramu obsługi przerwania rozkazem RETI lub RETN. Dla programisty jest to wielokrotnie realizowany ciąg instrukcji o punkcie wejścia określonym etykietą i kończący się powrotem do kontynuacji programu głównego.

Pole argumentów – trzecie pole linii programu asemblerowego służące do umieszczania *argumentów*, o ile występują. Liczba i rodzaj argumentów zależą od pola operacji. Gdy ich liczna jest większa od 1, to argument oddzielane są przecinkami.
Pole etykiety – pierwsze pole linii programu asemblerowego służące do definiowania nazw użytkownika zakończone dwukropkiem. Program tłumaczący po napotkaniu nazwy w tym polu wprowadza ją do słownika z odpowiednimi atrybutami wynikającymi z kontekstu (zawartości kolejnych pól).
Pole komentarza (ang. notation field) – fragment linii programu rozpoczynający się asemblerze od średnika i zawierający *komentarz*. Pole to jest pomijane procesie tłumaczenia.
Pole operacji – drugie pole linii programu asemblerowego zawierające symboliczną nazwę rozkazu (kod mnemoniczny) lub nazwę dyrektywy. W zależności od zawartości tego pola linia staje się *instrukcją* lub *dyrektywą*.
Procedura (ang. procedure) – algorytm zapisany w języku programowania, którego realizacja może być przeprowadzana wielokrotnie dla różnych danych wejściowych.
Procesor (ang. procesor) – układ elektroniczny zdolny do samodzielnego pobierania i wykonywania *rozkazów*.
Program (ang. program) – zbiór poleceń dla procesora, w postaci wykonywalnej (*program wynikowy*) stanowi ciąg rozkazów, w postaci źródłowej (symboliczne) – ciąg instrukcji.
Program (kod) wynikowy (ang. executive program) – ciąg liczb dwójkowych zrozumiałych dla procesora realizującego program. Składa się z programu właściwego (kodu programu) oraz *danych początkowych* przekazywanych procesorowi wraz z rozkazami.
Program absolutny (ang. absolute program) – *program wynikowy* w postaci ostatecznej umieszczony w pamięci w miejscu nie dającym się zmienić.
Programu monitor (ang. monitor) – program pozwalający na wyświetlenie stanu rejestrów procesora i zawartości wskazanych obszarów pamięci, dokonanie w nich zmian i ponowne uruchomienie programu użytkowego.
Program relokowalny (przesuwalny) (ang. relocatable program) – *program wynikowy* dający się przemieszczać, a tym samym lokować w dowolnym obszarze pamięci.
Program rozruchowy (ang. run-time start-up program) – program tworzący środowisko do działania na mikrokontrolerze programu napisanego w języku C w przypadku, gdy nie jest stosowany system operacyjny. Program ten inicjuje układy wejścia/wyjścia, obsługę przerwań i rezerwuje odpowiednie tablice dla stałych i zmiennych języka C.
Program źródłowy (ang. source program) – zbiór poleceń w postaci symbolicznej kierowanych do procesora realizującego program (docelowego) lub do programu realizującego *tłumaczenie programu źródłowego* na ciąg rozkazów.
Przełącznik sekcji – dyrektywa użytkownika realizująca przełączanie sekcji polegające na zmianie bieżącego wskaźnika umieszczenia na wskaźnik właściwy dla danej sekcji, której nazwa została użyta jako nazwa dyrektywy.
Przesunięcie (ang. offset) – liczba całkowita wskazująca o ile komórek sekcja ma być przesunięta podczas konsolidacji.
Punkt wstrzymania (ang. break point) – miejsce w programie, w którym jego działanie może zostać zawieszone w celu przejścia do *programu monitor* w celu dokonania ewentualnych zmian w programie i ponownego jego uruchomienia.

Rozkaz (ang. instruction) – elementarne polecenie zrozumiałe dla procesora, w postaci liczby dwójkowej.
Rozwijanie makroinstrukcji – wprowadzanie treści makroinstrukcji w tekst programu źródłowego z zastępowaniem parametrów formalnych makrodefinicji jej parametrami aktualnymi.
Sekcja, segment (ang. section) – fragment programu elementarny z punktu widzenia *konsolidatora*, co oznacza, że stanowi dla niego jedną niepodzielną całość lokowaną w pamięci począwszy od adresu sekcji określającej jej początek. Konsolidator dokonuje przemieszczania sekcji zgodnie z dyrektywami zawartymi w *pliku konsolidacji*. Dla asemblera sekcja jest zbiorem linii tłumaczonych przy użyciu odrębnego dla każdej sekcji *bieżącego wskaźnika umieszczenia*.
Sekcja bezpośrednia (ang. direct) **–** sekcja lokowana pod adresem będącym sumą adresu sekcji po asemblacji i przesunięcia sekcji wskazanego konsolidatorowi przez programistę.
Sekcja lokowana pośrednio (ang. indirect) – sekcja lokowana w pamięci programu przy założeniu, że program użytkownika przemieści ją do pamięci RAM mikrokontrolera, gdzie jest użytkowana. W przypadku języka C jest to sekcja z *zmiennymi inicjowanymi*.
Sekcje sklejone (ang. stacked) – sekcje umieszczone podczas kompilacji bezpośrednio jedna za drugą.
Sekcja standardowa – sekcja o nazwie i właściwościach narzuconych przez konstruktora asemblera.
Sekcja użytkownika – sekcja o nazwie określonej przez użytkownika. Sekcja taka może być uniwersalna (nie z góry narzuconych właściwości) lub jej właściwości mogą być określone przez argumenty dyrektywy SECTIN definiującej sekcję użytkownika.
Sekcja wspólna (ang. common) – sekcja korzystająca z tego samego obszaru pamięci danych, jak inna sekcja. Sekcje wspólne muszą zaczynać się od tego samego adresu, jednak mogą mieć różne rozmiary.
Składnia języka programowania - zasady budowania zdań w określonym języku programowania.
Semantyka języka programowania – określa znaczenie symboli używanych w języku programowania.
Słownik – określa zasób słów danego języka. Jest to tablica obejmująca *słownik podstawowy* uzupełniany w procesie tłumaczenia programu o nazwy użytkownika i zawierająca wszystkie symbole dopuszczalne do użycia w ramach danego języka programowania wraz z ich *atrybutami*.
Słownik podstawowy – słownik przyjęty przez konstruktora *języka programowania.*
Stała (ang. constant) – wielkość o stałej wartości.
Stała liczbowa – symbol składający się z cyfr w określonym kodzie zapisu liczby. W asemblerze stała ta jest tłumaczona na liczbę dwójkową o długości słowa danych procesora. W przypadku języka C długość ta zależy od deklaracji *typu* stałej.
Stała znakowa – jest ciągiem znaków ograniczonych znakami cudzysłowu. Tłumaczona jest na ciąg bajtów reprezentujących w *kodzie ASCII* odpowiednie znaki stałej.
Standard ANSI C – jest to standard języka C wprowadzony przez amerykańską organizacje normalizacyjną ANSI (ang. American National Standard Instytut) narzucający reguły tworzenia programów w tym języku., jak również zasady ich tłumaczenia. Program napisany

zgodnie ze standardem może być realizowany na dowolnym komputerze, o ile użyty kompilator języka C został skonstruowany wg reguł standardu ANSI C.

Stos (ang. stack) – skończony zbiór danych (zbiór komórek pamięci danych) uporządkowany według reguły LIFO, która oznacza, że ostatnio zapisana komórka stosu (wierzchołek stosu) musi być odczytana jako pierwsza.

Suma kontrolna (ang. check sum) – jest to *suma*, na ogół *modulo 2*, przesyłanych danych dołączona do komunikatu i tworzona w celu kontroli poprawności transmisji przez porównanie sumy przesłanej z nadajnika z sumą obliczoną w odbiorniku.

Symulator (ang. simulator) – program służący do krokowego uruchamiania programów źródłowych przy użyciu procesora wirtualnego, który „rozumie" plecenia w określonym języku programowania.

System operacyjny (ang. operating system) – zespół programów udostępniających użytkownikowi zasoby komputera (sprzęt i oprogramowanie) i organizujący współpracę użytkownika z komputerem.

Tablica (ang. table) – skończony zbiór uporządkowanych danych (zbiór komórek pamięci danych), którego każdy element jest jednoznacznie wskazywany za pomocą indeksu (indeksów w przypadku tablicy wielowymiarowej).

Tłumaczenie programu źródłowego (ang. translation) – zamiana symboli na kod wynikowy będący ciągiem bajtów umieszczanych w pamięci procesora (mikrokontrolera) realizującego program.

Tryb rozszerzony konsolidacji – sposób przeprowadzania konsolidacji określony jest przez dyrektywy zapisane w pliku przy użyciu specjalnego języka, którego słownik pozwala na budowanie dyrektyw w postaci zbliżonej do zdań języku angielskim.

Uruchamianie programu (ang. program development) – wieloetapowy proces iteracyjny, którego końcowym celem jest uzyskanie *programu wynikowego* pozbawionego *błędów formalnych i logicznych*. Proces ten składa się z tłumaczenia programu, jego testowaniu i po wykryciu ewentualnych błędów ponownej edycji programu z powtórzeniem tych faz. Końcowym etapem uruchamiania jest w przypadku mikrokontrolera zapisanie programu w jego trwałej pamięci programu typu flash (zaprogramowanie tej pamięci).

Wartość logiczna wyrażenia – wartość dwustanowa interpretowana jako „prawda" lub „fałsz". Jeżeli wartość wyrażenia jest równa zeru, to jest ono logicznie interpretowane jako „fałsz", gdy różna od zera – jako „prawda".

Wierzchołek stosu – komórka stosu zapisana jak ostania. Adres wierzchołka przechowuje *wskaźnik stosu*. W języku C, zgodnie z regułą stosu organizowane są dane definiowane wewnątrz funkcji.

Wskaźnik (ang. pointer) – przypadku języka C oznacza zmienną interpretowaną jako adres.

Współużytkowanie nazw w modułach programowych – polega na takim definiowaniu atrybutów nazw, aby mogły być one używane w różnych modułach. Wymaga to zadeklarowania *nazwy* jako *globalnej* w module, w którym nazwa jest definiowana i zadeklarowania jej jako *zewnętrznej* w module, w którym jest używana. Dzięki atrybutom globalności i zewnętrzności asembler może zaznaczyć nazwy miejsca w programie, których brak jest kodu wynikowego, a konsolidator może uzupełnić te miejsca przeszukując słowniki modułów.

Wykluczające tłumaczenie programu asemblerowego - w zależności od *wartości logicznej* wyrażenia arytmetycznego jest tłumaczony lub pomijany wskazany fragment programu.
Wyrażenie arytmetyczne (ang. arthmetic expression) – ciąg *stałych* i *nazw* przedzielonych *operatorami dwuargumentowymi*. Każda stała i nazwa może być poprzedzona *operatorem jednoargumentowym*.
Wywołanie makroinstrukcji – formalnie polega na użyciu nazwy zdefiniowanej *makroinstrukcji* jako nazwy dyrektywy użytkownika z podaniem parametrów aktualnych wywołania. Efektem wywołania jest *rozwinięcie makroinstrukcji*.
Zaprogramowanie pamięci (ang. memory programing) **-** zapisanie kodu wynikowego w pamięci trwałej mikrokontrolera przy użyci *programatora*.
Zmienna (ang. variable) – w języku C jest to wielkość o wartościach zmieniających w trakcie realizacji programu. W języku typu asembler pojęcie to nie występuje.
Zmienna inicjowana (ang. initiated variable) – zmienna o określonej wartości początkowej, która jest przekazywana procesorowi w postaci zbioru danych początkowych. W przypadku mikrokontrolera dane początkowe są wprowadzane w kodzie źródłowym jako bloki danych umieszczane w *pamięci programu*.
Zmienna nieinicjowana (ang. non-initiated variable) – zmienna o nieokreślonej wartości początkowej. Jej definicja powoduje odpowiednie zarezerwowanie miejsca w pamięci typu RAM.

Cz. 3. METROLOGIA SYSTEMÓW POMIAROWYCH

Jerzy Jakubiec, Adam Cichy

Błąd pomiaru (ang. measurement error) – różnica pomiędzy uzyskanym wynikiem pomiaru a wartością poprawną.
Błąd systematyczny (ang. systematic error) – błąd o stałej wartości, powtarzającej się w każdym wyniku pomiaru.
Błąd przypadkowy (ang. random error) – błąd o charakterze losowym o wartościach różnych w każdym wyniku pomiaru i zmieniających zgodnie z regułami probabilistyki.
Błąd nadmierny – błąd powstający na skutek niewłaściwej realizacji pomiaru.
Czujnik (ang. sensor) – *przetwornik pomiarowy* mający bezpośredni kontakt z obiektem pomiaru. Pierwsze ogniwo toru pomiarowego w systemie. Przetwarza na ogół wielkość (sygnał) nielektryczny na sygnał elektryczny: napięcie, prąd lub rezystancję.
Estymata (ang. estimate) – najlepsze przybliżenie wartości wielkości uzyskane w sposób statystyczny na podstawie serii wyników pomiaru.
Interfejs (ang. interface) – zespół środków służących do komunikowania się urządzeń. W skład interfejsu wchodzi *medium komunikacyjne* oraz *układy interfejsowe*.
Kaseta (ang. mainframe) – element konstrukcyjny służący do integracji systemu modularnego. Obejmuje szereg stanowisk do wprowadzania urządzeń w postaci modułów. W tylnej części kaseta wyposażona jest w magistralę w postaci ścieżek wytrawionych w wielowarstwowym obwodzie drukowanym z wlutowanymi złączami do przyłączania modułów do magistrali.
Komparator pomiarowy (ang. measurement comparator) – układ służący do porównania wielkości mierzonej z wielkością wzorcową, wynik porównanie jest wielkością cyfrową(dwustanową) określającą wynik porównania: mniejszy lub równy - 0, większy -1.

Konfiguracja gwiazdowa – konfiguracja, w której centralne miejsce w systemie zajmuje sterownik pośredniczący w komunikacji między urządzeniami.
Konfiguracja pętlowa – urządzenia połączone tylko z dwoma sąsiednimi, a interfejs systemu tworzy jednokierunkową pętlę. Komunikat jest przekazywany przez kolejne urządzenia z nadajnika do odbiornika, który następnie przesyła informację dalej zgodnie z obiegiem pętli aż dotrze ona z powrotem do nadajnika. Porównanie informacji nadanej z otrzymaną po przejściu pętli pozwalana nadajnikowi na kontrolę poprawności transmisji i ewentualne ponowne wysłanie komunikatu.
Konfiguracja równoległa (magistralowa) – wszystkie urządzenia połączone są równolegle z liniami magistrali, dzięki czemu możliwa jest bezpośrednia transmisja między nadajnikiem a odbiornikiem. Stosowana głównie w systemach modularnych na krótkie odległości, gdyż wymaga prowadzenia równoległej wiązki wielu przewodów.
Konfiguracja systemu – określa strukturę komunikacyjną urządzeń w systemie.
Kwantowanie (ang. quantizition) – pomiar bezpośredni realizowany przez porównanie wielkości mierzonej z *wzorcem o strukturze kwantowej*.
Medium komunikacyjne (ang. communication medium) – środowisko służące do propagacji *sygnałów interfejsowych*. Stosowane są trzy główne rodzaje medium: przewody elektryczne, światłowody i pole elektromagnetyczne.
Metoda pomiarowa – jest to sposób porównywania wielkości mierzonej z wielkością wzorcową.
Metrologia (ang. measurement science, metrology) – dziedzina nauki zajmująca się badaniem zależności zachodzących między wielkościami procesie pomiaru.
Metrologia podstawowa – dział metrologii zajmujący się stanowieniem jednostek miar, systemów miar, wzorców miar itp.
Metrologia prawna – dział metrologii zajmujący się regulacjami prawnymi związanymi z pomiarami.
Metrologia stosowana (miernictwo, technika pomiarowa) – dział metrologii zajmujący się praktycznymi aspektami stosowania technik pomiarowych w przemyśle, medycynie i innych dziedzinach życia.
Moduł (ang. module) – element systemu modularnego, na ogół w postaci panelu dającego się umieszczać na stanowiskach w *kasecie*.
Niepewność pomiaru (ang. measurement uncertainty) – promień przedziału symetrycznego o środku równym wartości uzyskanego wyniku pomiarowego, w którym to przedziale z określonym prawdopodobieństwem znajduje się rzeczywista wartość wielkości mierzonej. Dla prawdopodobieństwa 0,68 niepewność nazywa się niepewnością standardową.
Niepewności standardowa typu A - *niepewność* obliczana za pomocą analizy statystycznej serii wyników uzyskanych tych samych warunkach pomiaru. Niepewność standardowa jest w tym przypadku odchyleniem standardowym eksperymentalnym (*estymatą*) średniej wartości wyników z serii pomiarowej.
Niepewności standardowa typu B – niepewność obliczana na podstawie wiedzy o właściwościach procesu pomiaru (innym sposobem niż analiza statystyczna serii obserwacji).

Pomiar (ang. measurement) – doświadczenie fizyczne mające na celu wyznaczenie wartości danej wielkości. W uproszczeniu, pomiar polega na porównanie badanej wielkości fizycznej z wielkością wzorcową tego samego rodzaju.
Pomiar bezpośredni – bezpośrednie porównanie wielkości mierzonej z wzorcem przy użyciu *komparatora*.
Pomiar pośredni – pomiar, w którym wielkość mierzona bezpośrednio jest przetwarzana na inną wielkość, która jest przedmiotem pomiaru.
Próbka (ang. sample) – chwilowy, fizyczny przejaw wielkości.
Próbkowanie (ang. sampling) – pobieranie fizycznych przejawów wielkości.
Próg pobudliwości (ang. treshold) – największa zmiana wielkości wejściowej przetwornika (przyrządu pomiarowego) nie powodująca wykrywalnej zmiany jego wielkości wyjściowej.
Przetwornik analogowo-cyfrowy A/C (ang. analog to digital converter ADC) **–** przetwornik realizujący pomiar na zasadzie *kwantowania*.
Przetwornika pomiarowy (ang. measuring transducer) – element *toru pomiarowego* przekształcający z określoną dokładnością wejściowy sygnał pomiarowy na sygnał wyjściowy.
Rozdzielczość urządzenia wskazującego (ang. resolution) – najmniejsza zmiana wskazania dając się zauważyć w jednoznaczny sposób.
Statystyka matematyczna – dział matematyki zajmujący się przetwarzaniem wyników eksperymentów o charakterze losowym.
Sygnały interfejsowe – sygnały propagujące w medium transmisyjnym i służące do realizacji transmisji między komunikującymi się urządzeniami (układami). W przewodach elektrycznych propagują sygnały elektryczne: napięciowe i prądowe, w światłowodach – impulsy świetlne, w medium bezprzewodowym w postaci pola elektromagnetycznego propaguje fala elektromagnetyczna o określonej częstotliwości.
Sygnał (ang. signal) – fizyczny nośnik informacji.
Sygnał pomiarowy (ang. mesurement signal) – sygnał o niosący informacje pomiarową z określoną dokładnością.
Sygnał analogowy (ang. analog signal) – *sygnał* opisywany ciągłą funkcją czasu ciągłego. Wartości chwilowe sygnału mogą przyjmować nieskończenie wiele wartości.
System (ang. system) – zespół wielu elementów (urządzeń) współpracujących ze sobą w sposób kompleksowy w celu efektywnej realizacji postawionego zadania.
System modularny (ang. modular system) – *system* cechujący się wymiennością elementów (urządzeń), nazywanych *modułami*, w uzyskiwania lepszej efektywności działania. Wymienność modułów pozwala także na łatwość konfigurowania systemu i wymianę elementów uszkodzonych.
System pomiarowy (ang. measuring system) – zespół urządzeń pomiarowych i sterujących mający na celu uzyskanie kompleksowej i odpowiednio dokładnej informacji o obiekcie pomiaru.
System automatyzacyjny (ang. automation system) – zespół urządzeń pomiarowych i sterujących mający na celu sterowanie obiektem przemysłowym zgodnie z przyjętym algorytmem.

System monitorowania (ang. monitoring system) – pasywny *system pomiarowy* nie mający zdolności ingerencji w stan obiektu pomiaru (brak w nim urządzeń wymuszających stan obiektu).
Tor pomiarowy w systemie (ang. measuring chain) – łańcuch składający się z *czujnika*, *przetworników analogowych*, *układu próbkująco/pamiętającego*, *przetwornika A/C* i mikroprocesora (mikrokontrolera) służący do dostarczania odpowiednio dokładnych informacji pomiarowych o sygnale wejściowym toru (wielkości mierzonej).
Transmisja asynchroniczna (ang. asynchronous transmission) – transmisja realizowana bez przesyłania impulsów zegarowych.
Transmisja asynchroniczna z przeplotem (z potwierdzeniem) (ang. hand-shake) – transmisja, w trakcie której między nadajnikiem a odbiornikiem następuje wymiana sygnałów przekazujących informacje o wystawieniu danych i ich odbiorze. Dzięki temu powrót tych sygnałów do stanu początkowego oznacza poprawne przekazanie danych. Umożliwia elastyczne dostosowanie czasu trwania transmisji do szybkości nadajnika i odbiornika.
Transmisja multipleksowana – transmisja, w trakcie której adres jest przesyłany w dwóch częściach. Jedna część adresu przesyłana jest z wyprzedzeniem i zapamiętywana w wyspecjalizowanym rejestrze, druga część równocześnie z danymi. Pozwala to na zmniejszenie liczby wyprowadzeń mikrokontrolera dzięki fragmentów adresu po tych samych liniach adresowych.
Transmisja równoległa (ang. serial transmission) – równoczesne przesyłanie wszystkich bitów słowa danych urządzenia.
Transmisja szeregowa (ang. serial transmission) – przesyłanie informacji bit po bicie ze stałą częstotliwością (okresem trwania bitu) nazywaną szybkością transmisji i podawaną w bitach na sekundę (bps – ang. bit per second). Standardowo jednostką przesyłanej informacji jest bajt, któremu towarzyszą dwa dodatkowe bity organizacyjne: bit startu o wartości 0 wysyłany jako pierwszy oraz bit stopu o wartości 1 wysyłany jako ostatni. Zatem pojedynczy komunikat przesyłany szeregowo składa się z 10 bitów.
Transmisja szeregowo-równoległa – słowo danych urządzenia dzielone jest na jednakowe fragmenty przesyłane jeden po drugim (szeregowo), a bity każdego z fragmentów przesyłane są równolegle. Najczęściej stosowana jest *transmisja szeregowo-bajtowa*.
Transmisja szeregowo-równoległa – Słowa danych urządzenia dzielone jest na bajty przesyłane kolejno, bity w ramach bajtu przesyłane są równolegle.
Transmisja synchroniczna (ang. synchronous transmission) – transmisja taktowana *impulsami zegarowymi* przesyłanymi po równoległej linii równocześnie z danymi. W przypadku transmisji równoległej impuls taktujący nazywany jest strobem.
Transmisja z rozgłaszaniem adresów – transmisja poprzedzona przekazywaniem adresów (adresowaniem) wszystkich urządzeń przeznaczonych do odbioru komunikatu. Dzięki temu komunikat może być odbierany przez wiele urządzeń równocześnie.
Transmisja współbieżna – transmisja, podczas której adres i dane wystawiane są na odpowiednich szynach równocześnie.
Układ dopasowania (kondycjonowania) toru pomiarowego (ang. conditioning element) – wzmacniacz pomiarowy odpowiednio dużej rezystancji wejściowej w odniesieniu do rezystancji wyjściowej czujnika i wymaganym współczynniku wzmocnienia sygnału.

Stosowany w torach pomiarowych jako element dopasowujący właściwości czujnika do kolejnego elementu toru.

Układ próbkująco/pamiętający S/H (ang. sample/hold circuit) – układ realizujący próbkowanie chwilowych przejawów napięcia i pamiętający próbkę przez określony czas potrzebny do jej pomiaru przy użyciu *przetwornika A/C*. Elementem pamiętającym jest kondensator współpracujący z dwoma *wzmacniaczami operacyjnymi*.

Układ interfejsowy – podzespół urządzenia zdolnego do komunikowania się z innymi urządzeniami. Jest to układ elektroniczny służący do przetworzenia sygnałów interfejsowych na sygnały wewnętrzne urządzenia: o właściwościach fizycznych i interpretacji logicznej odpowiednich dla urządzenia.

Współczynnik wzmocnienia (ang. amplification coefficient) – stosunek napięcia wyjściowego wzmacniacza do jego napięcia wejściowego.

Wynik pomiaru (ang. measurement result) – liczba opisująca ilościowo relację pomiędzy wielkością fizyczną a jednostką miary tego samego rodzaju wielkości wzorcowej. Wynik pomiaru składa się z wartości liczbowej oraz jednostki. Niezbędne jest także podanie niepewności uzyskanego wyniku.

Wzmacniacz (ang. amplifier) – układ, którego sygnał wyjściowy ma moc większą niż sygnał wejściowy.

Wzmacniacz nieodwracający – *wzmacniacz*, którego napięcie wyjściowe jest zgodne w fazie z napięciem wejściowym.

Wzmacniacz odwracający – *wzmacniacz*, którego napięcie wyjściowe jest w przeciwnej fazie niż napięcie wejściowe.

Wzmacniacz operacyjny (ang. operating amplifier) – *wzmacniacz różnicowy* o bardzo dużym współczynniku wzmocnienia i bardzo dużej rezystancji wejściowej. Dla wzmacniacza idealnego przyjmuje się, że oba te parametry przyjmują wartości nieskończenie wielkie, dzięki czemu o właściwościach układów wykorzystujących takie wzmacniacze decydują wyłącznie elementy obwodów sprzężenia zwrotnego.

Wzmacniacz pomiarowy (ang. measuring amplifier) – *wzmacniacz różnicowy* zbudowany ze wzmacniaczy operacyjnych obudowanych odpowiednio dokładnymi układami rezystancyjnymi determinującymi jego współczynnik wzmocnienia.

Wzmacniacz programowany – *wzmacniacz pomiarowy* o przełączanych zespołach rezystorów, dzięki czemu uzyskuje się wybór jego *współczynnika wzmocnienia* za pomocą cyfrowego słowa sterującego przełącznikami.

Wzmacniacz różnicowy

Wzmacniacz różnicowy (ang. differential amplifier) – *wzmacniacz* o dwóch wejściach, którego napięcie wyjściowe jest proporcjonalne do różnicy napięć wejściowych.

Wzorzec (ang. standard) – obiekt materialny lub zjawisko o na tyle dużej dokładności, że wielkość realizowana przez wzorzec może służyć jako wielkość odniesienia (wzorcowa) |w *pomiarach bezpośrednich*.

Wzorzec o strukturze kwantowej – wzorzec składający z wielu elementarnych wzorców, nazywanych kwantami, o jednakowych nominalnie wartościach znacznie mniejszych od zakresu narzędzia pomiarowego, w którym wzorzec jest wykorzystywany.

Zasada pomiaru – jest to zjawisko fizyczne wykorzystywane w procesie pomiarowym.

Datowanie (wersja oryginalna) – 19.12.2014 r.