

Lekcja 5

Temat: Przetworniki pomiarowe A/C

Przetworniki analogowo-cyfrowe zajmują wśród układów elektronicznych miejsce szczególnie ważne, gdyż stanowią ogniwo pośredniczące między dziedziną **informacji analogowej** - najczęściej dostarczanej przez czujniki, a dziedziną **informacji cyfrowej** - najlepiej nadającej się do obróbki komputerowej i do przechowywania w pamięciach. Zatem zadaniem przetwornika A/C jest przetworzenie analogowej wartości sygnału, zwykle napięciowego, na równoważną mu wartość cyfrową.

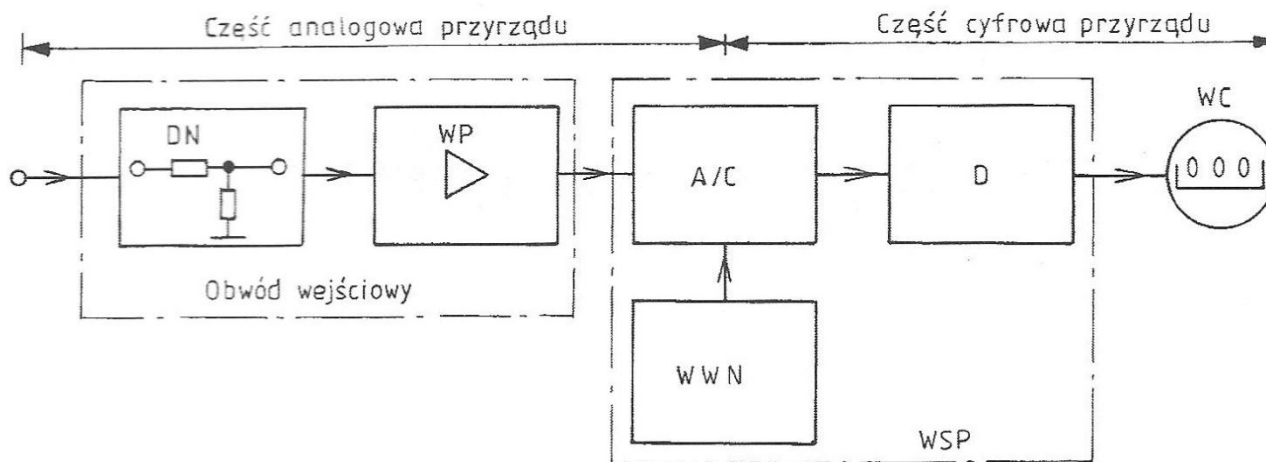
Istnieje wiele metod przetwarzania analogowo-cyfrowego, jak również wiele sposobów klasyfikacji tych metod. Metody przetwarzania możemy podzielić na metody bezpośrednie i pośrednie. W układach opartych na metodach bezpośrednich następuje od razu porównanie wielkości przetwarzanej z wielkością odniesienia. Do tej grupy zaliczają się przetworniki z bezpośrednim porównaniem oraz przetworniki kompensacyjne. Przy metodach pośrednich najpierw odbywa się zamiana wielkości przetwarzanej na pewną wielkość pomocniczą (np. czas lub częstotliwość), porównywaną następnie z wielkością odniesienia. W zależności od rodzaju wielkości pomocniczej wyróżnia się metodę częstotliwościową i metodę czasową (prostą lub z podwójnym całkowaniem).

Powyższy podział metod jest oparty na kryterium zasady przetwarzania. Drugim ważnym kryterium jest kryterium czasu, w którym odbywa się przetwarzanie. Pod tym względem metody przetwarzania można podzielić na metody chwilowe oraz metody integracyjne.

W metodach chwilowych wynik przetwarzania odpowiada wartości sygnału w pewnej chwili znacznie krótszej od okresu, w którym zachodzi przetwarzanie. Do metod chwilowych należy np. metoda bezpośredniego porównania, metoda kompensacyjna oraz metoda czasowo prosta.

W metodach integracyjnych natomiast wynik przetwarzania odpowiada średniej wartości sygnału w okresie integracji, zajmującym na ogół znaczną część okresu przetwarzania. Do metod integracyjnych zalicza się między innymi metodę czasową z podwójnym całkowaniem oraz metodę częstotliwościową.

Przetwornik analogowo – cyfrowy jest to układ o jednym wejściu i n- wyjściach. Otrzymana w wyniku przetwarzania liczba dwójkowa jest proporcjonalna do wartości analogowego sygnału wejściowego.



Schemat strukturalny woltomierza cyfrowego

Przetworniki A/C charakteryzują trzy parametry:

- **czas konwersji** (przetwarzania) - czas, jaki upływa między podaniem sygnału wejściowego rozpoczynającego przetwarzanie a pojawieniem się na wyjściu sygnału cyfrowego;
- **rozdzielczość** (krok cyfrowy) - najmniejsza zmiana sygnału wyjściowego

$$\Delta U = \frac{U_{odn}}{2^n}$$

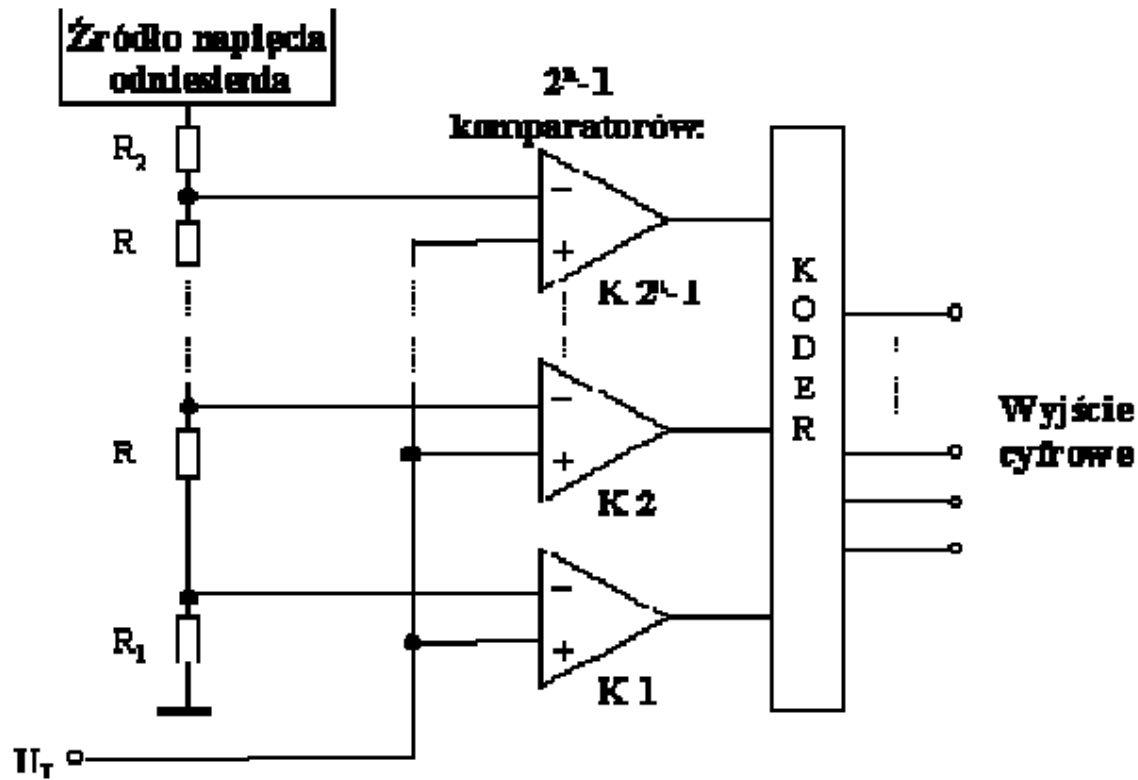
n – liczba bitów słowa wyjściowego;

- **błąd kwantyzacji** ($\pm \Delta U/2$ lub $\text{LSB}/2$) – odchyłka rzeczywistej charakterystyki schodowej od charakterystyki idealnej.

Przetworniki A/C stosowane są nie tylko do przetwarzania napięć stałych, lecz także do przetwarzania napięć zmieniających się w czasie. W tym przypadku pobieranie i przetwarzanie **próbek** napięcia następuje w wybranych chwilach czasu, na ogół periodycznie z pewną częstotliwością, zwaną **częstotliwością próbkowania**. Podczas trwania konwersji w przetworniku wartość sygnału wejściowego może ulec zmianom, co powoduje powstawanie pewnego błędu, zależnego od wzajemnej relacji szybkości zmian sygnału wejściowego i szybkości przetwarzania. W celu uniknięcia tego błędu, szczególnie przy przetwarzaniu napięć szybkozmiennych, stosuje się układ próbkujący z pamięcią, który umieszczony przed przetwornikiem utrzymuje stałą wartość sygnału podczas przetwarzania.

Ważnym zagadnieniem jest określenie minimalnej częstotliwości próbkowania, zapewniającej pełne odtworzenie sygnału analogowego po przetworzeniu go w postać cyfrową. Prawo próbkowania mówi, że cała informacja zawarta w sygnale ciągłym zmieniającym się w czasie może być wyrażona za pomocą kolejnych próbek cyfrowych jego wartości, jeśli częstotliwość próbkowania jest co najmniej dwukrotnie większa od maksymalnej częstotliwości występującej w widmie sygnału.

Przetworniki analogowo-cyfrowe służą do konwersji (przetwarzania) sygnału analogowego (odzwierciedla wielkości jak np. napięcie lub prąd) w sygnał cyfrowy. Przyporządkowanie odpowiedników cyfrowych wartościom wielkości analogowej wiąże się z koniecznością odwzorowania nieskończonego zbioru tych wartości do zbioru skończonego, którego licznosc nie przekracza liczby możliwych słów kodowych.



Rys.9. Przetwornik A/C oparty na metodzie bezpośredniego porównania

Napięcie wejściowe w przetworniku n -bitowym jest jednocześnie porównywane z $2^n - 1$ poziomami odniesienia przy użyciu $2^n - 1$ komparatorów napięcia. Cyfrowe stany wyjściowe komparatorów, po odpowiednim zakodowaniu, dają cyfrową informację wyjściową w kodzie dwójkowym. Zaletą to duża szybkość przetwarzania (suma czasu odpowiedzi jednego komparatora i czas kodowania). Wadą jest konieczność stosowania bardzo dużej liczby komparatorów w przetwornikach wielobitowych. Są produkowane monolityczne przetworniki o rozdzielczości 6 do 8 bitów i czasach przetwarzania 10 - 20 ns.