

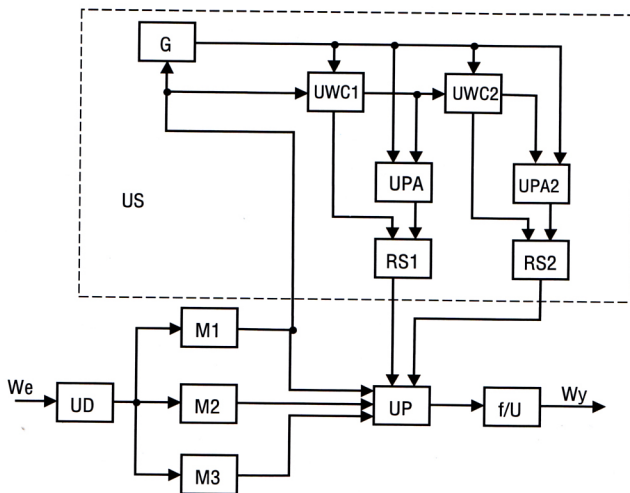
# Automatyczny wielozakresowy analogowy miernik prędkości

Stanisław Bocian

W czasie badań struktury poślizgu lokomotyw elektrycznych zaistniała potrzeba obserwacji i rejestracji z dużą dokładnością sygnałów analogowych prędkości oraz dynamiki ich zmian w przypadku zerwania przyczepności kół lokomotywy podczas poślizgu. Przedstawiony miernik służy do analogowego pomiaru prędkości w trzech automatycznie przełączalnych zakresach w zależności od prędkości obrotowej czujników zamocowanych na maźnicach kół lokomotywy.

## Zasada działania

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy układu miernika prędkości. Sygnał wejściowy jest przekazywany do układu dopasowującego UD, który ogranicza amplitudę sygnału wejściowego do poziomu TTL (ok. 5 V).



Rys. 1. Schemat blokowy miernika prędkości

Z układu dopasowującego sygnał przedostaje się na wejścia przerzutników monostabilnych M1, M2, M3, na wyjściach których pojawiają się impulsy prostokątne (o różnej szerokości  $\tau$ ) o tej samej częstotliwości czyli o różnym wypełnieniu ( $\tau/T$ ) (rys. 3), gdzie  $\tau$  – szerokość (czas trwania) impulsu,  $T$  – okres impulsu (odległość między zbrociami narastającymi poszczególnych impulsów).

Wyjścia przerzutników M1, M2 i M3 są połączone z wejściami układu przełączającego UP, który wybiera jeden z trzech wyjściowych impulsów z przerzutników i przekazuje go na wejście układu przetwarzania ( $f/U$ ). Na wyjściu otrzymujemy składową stałą napięcia proporcjonalną do aktualnej częstotliwości i szerokości impulsu ( $\tau$ ) sygnału wejściowego. Układ przełączający UP jest sterowany przez przyłożenie do jego wejść adresowych odpowiedniej kombinacji napięć 0 V lub 5 V (logiczne 0 lub 1). Kombinacje taką realizuje układ sterowania US składający się z dwóch identycznie zbudowanych zespołów wy-

krywania zadanego progu częstotliwości (generatora G, układów wykrywania częstotliwości UWC1, UWC2, układów pamięci RS1 i RS2 oraz układów podtrzymujących UPA1 i UPA2).

Zadaniem każdego zespołu wykrywania częstotliwości jest wykrycie narzuconej przez konstruktora częstotliwości, przy której ma występować logiczne 0 lub 1 na wejściu adresowym układu przełączającego UP tak długo, jak długo przekroczony jest zadany próg częstotliwości sygnału wejściowego. Funkcje takie spełnia każdy zespół wykrywania zadanego progu częstotliwości UWC1 i UWC2 w połączeniu z elementami pamięciowymi RS1 i RS2. Układy UPA1 i UPA2 podtrzymują aktualny stan pamięci w czasie ustalania się wartości napięcia na wyjściu przetwornika ( $f/U$ ). Na rys. 1 pokazano dwa połączone kaskadowo układy wykrywania częstotliwości, co pozwala na ustalenie trzech progów (zakresów) przełączającego. Stosując wyżej wymieniony sposób można wykonać układ o dowolnej liczbie automatycznie przełączalnych zakresów. Na rys. 1 blok  $f/U$  w rzeczywistości jest układem uśredniającym, na wejście którego są podawane impulsy prostokątne o wybranej szerokości  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  lub  $\tau_3$  i zmiennej częstotliwości  $f$ .

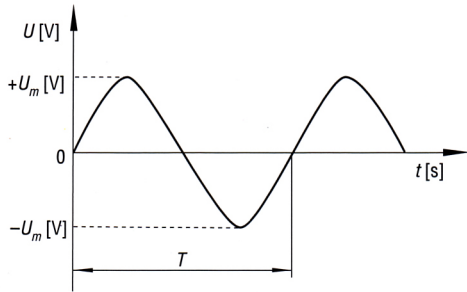
## Opis schematu ideowego

W przypadku dużego zakresu zmian częstotliwości sygnału wejściowego w analogowych układach uśredniających uzyskanie liniowej i o dużej rozdzielczości składowej stałej napięcia wyjściowego proporcjonalnej do częstotliwości sygnału wejściowego, jest bardzo trudne. Znane analogowe układy uśredniające [1] umożliwiają uzyskanie wartości średniej przebiegu wyjściowego (składowej stałej napięcia) proporcjonalnej do częstotliwości sygnału wejściowego. W takim przypadku uzyskujemy:

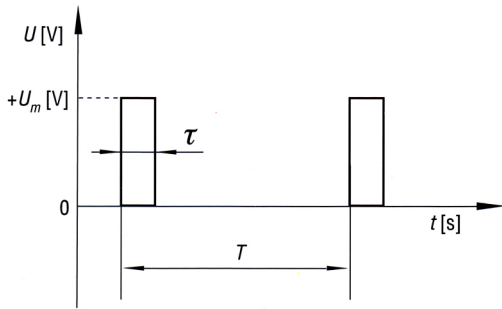
- małą amplitudę składowej stałej napięcia na wyjściu układu uśredniającego przy małych częstotliwościach sygnału wejściowego,
- brak liniowości przebiegu składowej stałej napięcia na wyjściu układu uśredniającego w szerokim zakresie zmian częstotliwości sygnału wejściowego.

Jedną z metod eliminujących te niedogodności jest zbudowanie układu pośredniczącego, który w sposób automatyczny steruje pracą układu uśredniającego w zależności od częstotliwości sygnału wejściowego. Proponowany układ umożliwi uzyskanie składowej stałej na-

*Dr inż. Stanisław Bocian jest pracownikiem Instytutu Pojazdów Szynowych "TABOR".*



Rys. 2. Sygnał wejściowy układu



Rys. 3. Sygnał wyjściowy jednego z przerzutników monostabilnych U1, U2 lub U3

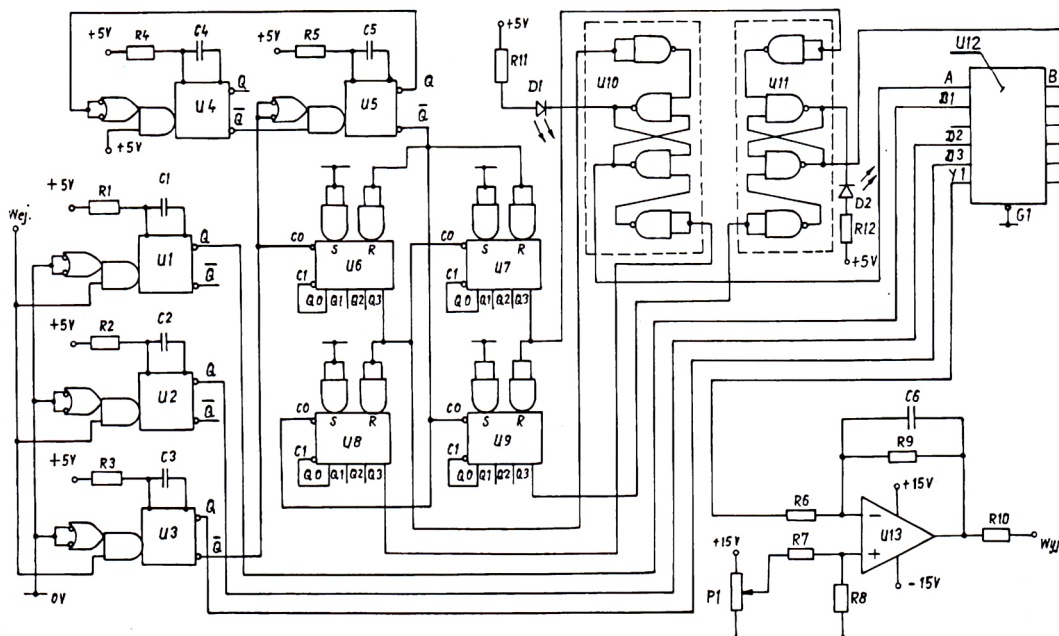
pięcia na wyjściu analogowego miernika prędkości z automatycznie przełączalnymi zakresami (układu uśredniającego) o nieliniowości nie przekraczającej  $\pm 0,5\%$  i rozdzielczości z błędem nie większym niż  $\pm 0,5\%$  w zakresie zmian sygnału wejściowego od  $0 \div 40$  kHz.

Na rys. 2 przedstawiono sinusoidalny sygnał wejściowy podawany na wejścia układów przerzutników monostabilnych U1, U2 i U3 (rys. 4), a na rys. 3 jeden z przebiegów sygnału wyjściowego z tych przerzutników o stałej szerokości impulsu  $\tau$  przy określonym zmiennym okresie  $T$  (częstotliwości  $f$ ) sygnału wejściowego. Sygnały wyjściowe z przerzutników U1, U2 i U3 są opóźnione w fazie, ponieważ przerzutniki te generują impulsy prostokątne gdy sygnał wejściowy uzyska odpowiednią amplitudę (próg zadziałania układów U1, U2 i U3). Sygnał wyj-

ściowy jednego z wybranych automatycznie układów U1, U2 lub U3 (rys. 3) podawany na wejście R6 analogowego układu uśredniającego U13 (rys. 4) powoduje uzyskanie na wyjściu tego układu składowej stałej napięcia wprost proporcjonalnej do częstotliwości i odwrotnie proporcjonalnej do okresu sygnału wejściowego.

Na rys. 4 przedstawiono schemat ideowy analogowego miernika prędkości z automatycznie przełączalnymi zakresami. Na wyjściach Q przerzutników monostabilnych U1, U2 i U3 są generowane ciągi impulsów prostokątnych o różnych  $\tau/T$ . Różna szerokość impulsów  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  i  $\tau_3$  jest stała w całym zakresie zmian częstotliwości sygnału wejściowego i zależy od odpowiednio dobranych stałych czasowych R1, C1; R2, C2 oraz R3, C3. Okres  $T$  jest odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości sygnału wejściowego. Wyjścia Q przerzutników monostabilnych U1, U2 i U3 są połączone z odpowiednimi wejściami D1, D2 i D3 multiplexera U12. Wyjście Y1 multiplexera U12 jest połączone z wejściem R6 układu uśredniającego U13. Na wejściu układu U13 jest doprowadzony ciąg impulsów pochodzących tylko z jednego przerzutnika monostabilnego U1, U2 lub U3 zależnie od stanów logicznych wejść adresowych A i B multiplexera U12. Na wyjściu układu uśredniającego U13 utrzymuje się napięcie ujemne proporcjonalne do częstotliwości prostokątnego sygnału wejściowego o szerokości  $\tau$ . Wybranie jednego z przerzutników U1, U2 lub U3 generujących sygnały  $\tau_i$  następuje w sposób automatyczny. Decyduje o tym układ wykrywania częstotliwości sygnału wejściowego, który steruje poziomami napięć wejść adresowych A i B multiplexera U12. Sposób działania układu wykrywania częstotliwości sygnału wejściowego opisano poniżej.

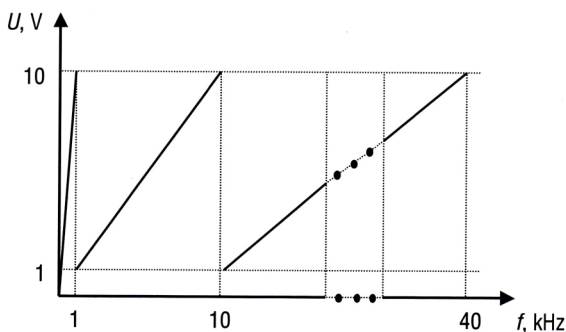
Ciąg impulsów o największej szerokości  $\tau_3$  z przerzutnika U3 jest doprowadzony na wejście układu pomiaru częstotliwości zbudowanego na dwóch kaskadowo łączonych licznikach dziesiętnych U6 i U7 taktowanych generatorem zbudowanym z dwóch przerzutników monostabilnych U4 i U5. Czas trwania taktu jest tak dobrany, aby na



Rys. 4. Analogowy miernik prędkości z automatycznie przełączalnymi zakresami

wyjściu Q3 obu liczników U6 i U7 pojawiły się zmiany stanów przy częstotliwości sygnału wejściowego odpowiednio 1 kHz i 10 kHz. Zmiany te zapamiętuje przerzutnik statyczny RS (U10, U11), który po uwzględnieniu sygnałów podtrzymywania pamięci na wyjściu Q3 układów scalonych U8 i U9 ustala poziomy sygnałów na wejściach adresowych A i B multiplexera U12. W celu uzyskania większej stabilności układu przełączającego zastosowano dodatkowy układ podtrzymywania pamięci (opóźnienia przełączania zakresów). Układ ten jest zbudowany na licznikach dziesiętnych U8 i U9. Sygnał z generatora zbudowanego z układów scalonych U4 i U5 steruje (taktuje) pracą liczników dziesiętnych U8 i U9. Po zliczeniu dziesięciu impulsów sygnały z wyjść Q3 liczników dziesiętnych U8 i U9 są przekazywane na przerzutnik statyczny RS (U10 i U11). Podtrzymywanie niezmiennego stanu logicznego pamięci (układy U10 i U11) przez dziesięć dodatkowych taktów generatora (układy U4 i U5) ma na celu ustalenie sygnałów na wejściach adresowych A i B multiplexera U12 na czas dłuższy niż trzy stałe czasowe układu uśredniającego U13. Jest to czas ustalenia napięcia wyjściowego w przypadku gwałtownych oscylacyjnych zmian sygnału wejściowego w granicach częstotliwości przełączania 1 kHz i 10 kHz; co mogłoby być przyczyną wielokrotnego przełączania układu.

Na rys. 5 przedstawiono analogowy napięciowy sygnał wyjściowy w funkcji zmian częstotliwości sygnału wejściowego analogowego miernika prędkości z przełączalnymi zakresami.



Rys. 5. Graficzne przedstawienie sygnału wyjściowego w funkcji sygnału wejściowego

#### DANE TECHNICZNE

- Impedancja wejściowa 2 kW,
- Sygnał wejściowy 0 V ÷ +5 V,
- Sygnał wyjściowy 0 V ÷ -10 V
- Stała czasowa układu przetwarzania 60 ms,
- Zakres pomiarowy 0 ÷ 1 kHz; 1 kHz ÷ 10kHz; 10 kHz ÷ 40 kHz,
- Przełączanie zakresów automatycznie,
- Dokładność przełączania zakresów przy 1 kHz i przy 10 kHz lepsza niż 1 %.

#### Bibliografia

1. Nadachowski M., Kulka Z.: Analogowe układy scalone. Warszawa, 1983, WKiŁ.

## Streszczenia artykułów naukowych

**Automatyczny wielozakresowy analogowy miernik prędkości**, Stanisław Bocian – s. 54

Opisano miernik prędkości, w którym dla sygnału wejściowego analogowego okresowego o częstotliwości 0 – 1 kHz; 1 – 10 kHz; 10 – 40 kHz; uzyskuje się na wyjściu odpowiednie składowe stałe napięcia 0 – 10 V; 1 – 10 V oraz 1 – 10 V.

**The automatic multirange analog speed meter**, Stanisław Bocian – p. 54

The meter for analog measurement of speed in three switched ranges automatically is presented.