

## ĆWICZENIE NR 3

## POMIARY POŁOŻENIA I PRZEMIESZCZEŃ LINIOWYCH I KĄTOWYCH

(opracował Leszek Szczepaniak)

**Cel i zakres ćwiczenia**

**Celem ćwiczenia** jest praktyczne zapoznanie się z metodami pomiarowymi i czujnikami do pomiaru położenia i przemieszczeń liniowych i kątowych.

**1. ZAKRES MATERIAŁU DO SAMODZIELNEGO PRZYGOTOWANIA**

Na podstawie podanej literatury należy zapoznać się z budową i zasadą działania czujników położenia i przemieszczeń liniowych w szczególności czujnika rezystancyjnego oraz transformatorowego różnicowego (LVDT).

**2. WYKONANIE ĆWICZENIA****2.1. Badanie czujnika transformatorowego różnicowego**

2.1.1. Wyznaczenie charakterystyki przetwarzania bez demodulatora.

2.1.1.1. Podać na wejście kanału pierwszego (CH1) oscyloskopu sygnał z wyjścia A (generator 1kHz), na wejście kanału drugiego (CH2) podać sygnał z wyjścia F (bufora). Do wyjścia F podłączyć także odpowiednio skonfigurowany woltomierz (ACV).

2.1.1.2. Zmieniając przesunięcie rdzenia czujnika za pomocą śruby mikrometrycznej określić położenie zerowe i zanotować jego wartość w tabeli jako punkt odniesienia. Jako położenie zerowe należy przyjąć ustawienie rdzenia czujnika, przy którym występuje najmniejsza wartość napięcia w punkcie F.

2.1.1.3. Zaplanować pomiary tak, aby możliwe było wykonanie dziesięciu pomiarów w jedną i drugą stronę względem punktu zerowego ( $l_w$  - względem punktu zerowego). Wykonać pomiary notując wyniki do tabeli.

Tab. 1. Pomiary czujnika transformatorowego bez demodulatora

Lp.	$l$ mm	$l_w$ mm	$U$ mV	$a$	$b$	$\Delta U$ V	$\delta U$ %
1							
...							
11		0					
..							
21							
$\Delta l_{gr} = \dots \text{ mm}$		$\delta l_m = \dots \%$					
$\Delta U_{gr} = \dots \text{ V}$		$\delta l_m = \dots \%$					

2.1.1.4. Przerysować przebiegi z obu kanałów oscyloskopu dla ustawienia śruby mikrometrycznej w obu skrajnych położeniach i w położeniu zerowym. Zwrócić uwagę na odpowiedni dobór czułości kanału CH2 oscyloskopu przy różnych położeniach czujnika.

2.1.1.5. Odczytać z dokumentacji i zanotować błąd przyrządu użytego do pomiaru napięcia oraz niedokładność śruby mikrometrycznej.

2.1.2. Wyznaczenie charakterystyki czujnika współpracującego z układem demodulatora.

Przygotowanie do pomiarów:

- podać na wejście kanału pierwszego (CH1) oscyloskopu sygnał z wyjścia F (bufor), na wejście kanału drugiego (CH2) podać sygnał z wyjścia E (wyjście demodulatora fazoczułego), na wyjście D (filtr 10Hz) podłączyć woltomierz pracujący trybie pomiaru napięcia stałego (DCV),
- ustawić czujnik położenia w pozycji odpowiadającej największej wartości napięcia mierzonej w punkcie 1.1. Potencjometrem do regulacji fazy ustawić sygnał F i G tak aby na oscyloskopie punkty przejścia przez 0 obu przebiegów następowały w tej samej chwili czasowej. Przerysować uzyskane przebiegi po regulacji fazy.

Postępując podobnie jak w punkcie 1.1. wyznaczyć charakterystykę notując wyniki do tabeli.

Tab.2.Pomiary czujnika transformatorowego z demodulatorem

Lp.	$l$	$l_w$	$U$	$a$	$b$	$\Delta U$	$\delta U$	$\delta l$
	mm	mm	V			%	%	%
1								
...								
11		0						
..								
21								

2.1.3. Obserwacja przebiegów w charakterystycznych punktach układu

2.1.3.1. Ustawić czujnik w położeniu, w którym zaobserwowaliśmy największą wartość napięcia w punkcie 1.1. Podłączyć sygnał z generatora 1kHz (punkt A) do kanału pierwszego CH1. Ustawić układ wyzwalania na kanał CH1 i ustawić odpowiedni poziom wyzwalania, tak aby można było zaobserwować początek przebiegu. Odpowiednio podłączając kanał drugi CH2 oscyloskopu naszkicować jeden pod drugim przebiegi w następujących punktach układu:

- wyjście generatora (A)
- wyjście przesuwника fazowego (G)
- wejście demodulatora fazoczułego (F)
- wyjście demodulatora fazoczułego (E)
- wyjście filtra dolnoprzepustowego (C) lub (D)

2.1.3.2. Sygnał na wyjściu demodulatora fazoczułego (E) zaobserwować podczas powolnej zmiany przemieszczenia czujnika w pobliżu punktu zerowego - zanotować wniosek. Przerysować przebieg z punktów F przy położeniu: zerowym rdzenia i obu skrajnych położeniach. Porównać otrzymane wyniki z punktem 1.1.4

2.1.4. Wyznaczanie charakterystyki przetwarzania przy współpracy czujnika za fabrycznym miernikiem MPL102

- odłączyć czujnik od układu demodulatora i podłączyć go do miernika MPL102
- ustawić pomiar na kanał pierwszy, przełączniki VOLTM na ON i zakres na 10V
- wyznaczyć charakterystykę czujnika i wyniki zanotować w tabeli pomiarowej

Tab.3.Badanie czujnika transformatorowego z miernikiem MPL102

Lp.	$l$	$l_w$	$l_{MPL}$	$\Delta l = l_{MPL} - l_w$
	mm	mm	mm	mm
1				
...				
11		0		
..				
21				

## 2.2. Badanie potencjometrycznego czujnika położenia kąowego

2.2.1. Podłączyć woltomierz ustawiony do pomiaru napięcia stałego na wyjście czujnika położenia kąowego

2.2.2. Wyznaczyć charakterystykę czujnika w funkcji kąta obrotu co  $10^\circ$  i wyniki zamieścić w tabeli

Tab.4. Badanie potencjometrycznego czujnika położenia kąowego

Lp.	$\varphi$	$U$	$\delta\varphi$	$\delta U$	$a$	$b$
	$^\circ$	V	%	%		
1	0					
...						
36	350					

2.2.3. W pobliżu punktu zerowego wyznaczyć charakterystykę w małym zakresie co  $1^\circ$  w celu sprawdzenia czy czujnik jednoznacznie jest w stanie określić ten punkt. Pomiar powtórzyć regulując kąt w obie strony.

Tab.5.Badanie potencjometrycznego czujnika położenia kąowego w punkcie zerowym

Lp.	$\varphi$	$U$	$\varphi$	$U$
	$^\circ$	V	$^\circ$	V
1	355		5	
...				
6	0		0	
...				
11	5		355	

## 2.3. Wykonanie sprawozdania

2.3.1. Na podstawie tabeli 1 narysować rzeczywistą charakterystykę przetwarzania przetwornika indukcyjnościowego. W obszarze narastającej charakterystyki ocenić jego liniowy zakres pracy ( $l_{max}$ ,  $U_{max}$ ) i w tym zakresie dokonać jej aproksymacji linią prostą  $y=ax+b$  metodą regresji liniowej (np. korzystając z funkcji arkusza kalkulacyjnego Excel) lub metodą graficzną odczytując odpowiednie wartości z wykresu. Na podstawie współczynników  $a$  i  $b$  wyznaczyć błędy liniowości charakterystyki przetwornika:

błąd bezwzględny:

$$\Delta U = U - (al_w + b)$$

oraz błąd względny (odniesiony do zakresu liniowości  $U_{\max}$ ):

$$\delta U = \frac{\Delta U}{U_{\max}} 100\%$$

Wykreślić charakterystyki błędów  $\Delta U$  i  $\delta U$  w funkcji  $l_w$  na oddzielnych wykresach.

Na podstawie danych technicznych śruby mikrometrycznej oraz woltomierza określić graniczne błędy odniesione do maksymalnej zmierzonej wartości: pomiaru odległości  $\delta l_m$  oraz pomiaru napięcia  $\delta U_v$ :

$$\delta l_m = \frac{\Delta l_{gr}}{l_{\max}} 100\%$$

$$\delta U_v = \frac{\Delta U_{gr}}{U_{\max}} 100\%$$

Porównać błędy aparatury z wyznaczonymi błędami przetwornika i zapisać wnioski.

2.3.2. Postępując podobnie jak w punkcie 3.1. opracować wyniki pomiaru przetwornika pracującego z układem demodulatora. Porównać charakterystyki przetwornika pracującego bez demodulatora i z demodulatorem, wyciągnąć i zanotować wnioski. Porównać otrzymane zależności z właściwościami przetwornika opisanymi w literaturze.

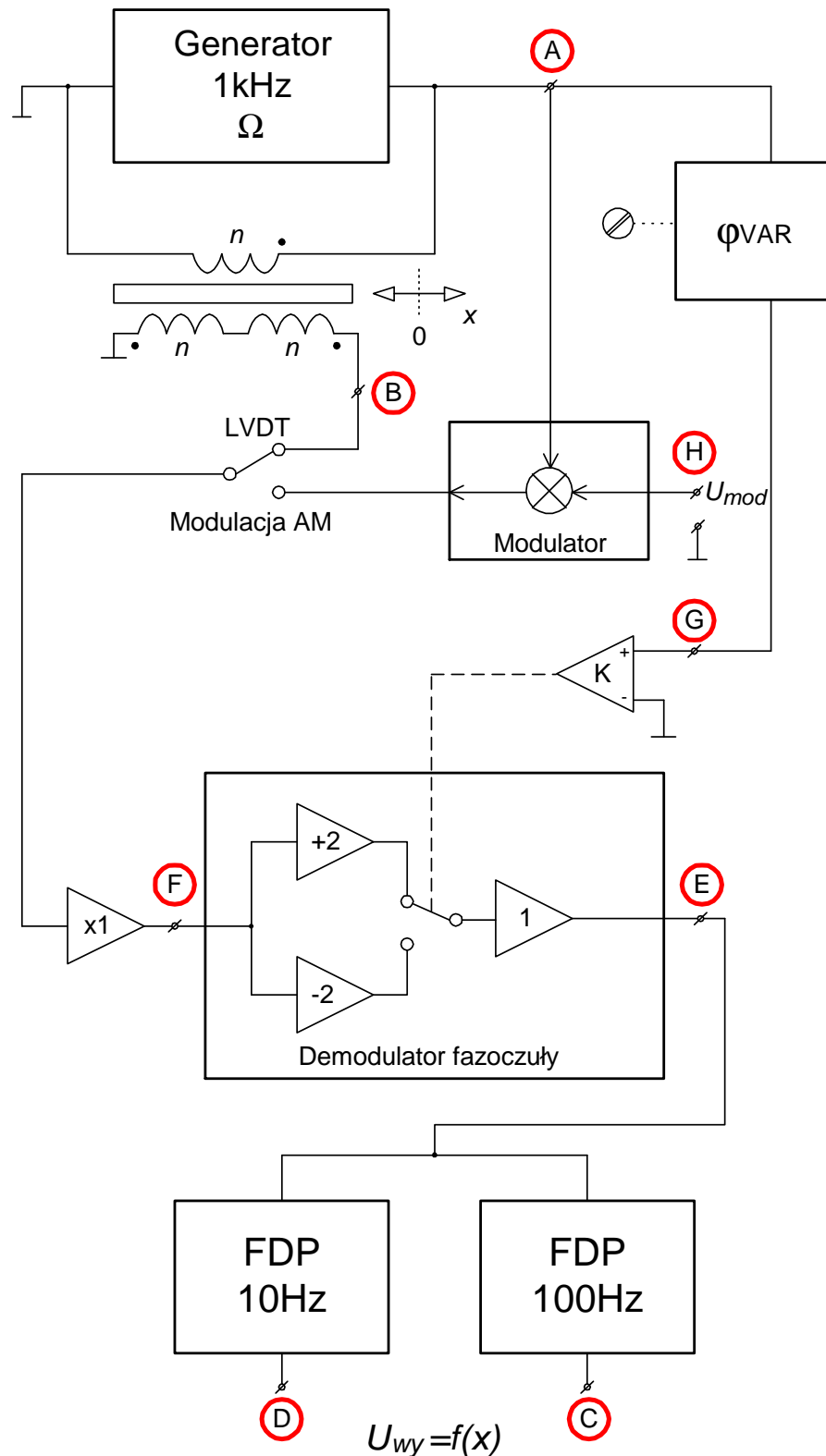
2.3.3. Zamieścić naszkicowane przebiegi w poszczególnych punktach układu. Określić jakie zależności między nimi zachodzą.

2.3.4. Narysować krzywą poprawek dla fabrycznego miernika przesunięcia liniowego współpracującego z czujnikiem indukcyjnościowym.

2.3.5. Narysować charakterystykę przetwarzania czujnika kąta obrotu. Wyznaczyć charakterystykę przetwarzania. Określić dokładność wyznaczenia charakterystyki przetwarzania.

### 3. SCHEMATY UKŁADÓW POMIAROWYCH

Na rys.1 przedstawiono schemat blokowy układu demodulatora z dołączonym czujnikiem transformatorowym. Literami A .. H oznaczono punkty pomiarowe.



Rys.1. Schemat blokowy układu demodulatora

#### 4. LITERATURA

1. Miłek M.: Metrologia elektryczne wielkości nieelektrycznych, Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2006.
2. Romer E.: Miernictwo przemysłowe, PWN, Warszawa 1978.