

dr inż. MARIAN WRZESIEN

Przemysłowy Instytut Automatyki  
i Pomiarów MERA-PIAP

Warszawa

## REJESTRATOR GŁĘBOKOŚCI UKŁADANIA ŚĄCZKÓW DRENARSKICH

*W artykule przedstawiono rejestrator głębokości układania śączków drenarskich przeznaczony do rejestrowania wartości odchyłań drenu od założonej niwelety, przy zastosowaniu bezrowkowego systemu drenowania. Opisano budowę i zasadę działania tego rejestratora.*

### 1. Wstęp

Najnowsza technologia układania śączków drenarskich bazuje na bezrowkowym systemie drenowania, który umożliwia układanie drenu za pomocą odpowiednio wyprofilowanego kroju, stanowiącego osprzęt melioracyjny koparki drenarskiej [3]. Po zastosowaniu precyzyjnego systemu sterowania zagębszeniem kroju, technologia ta zapewnia wysoką jakość i dużą wydajność pracy koparki. Jednym z takich systemów sterowania jest laserowy system sterowania maszynami roboczymi (LSSMR), wykorzystujący opracowane w PIAP laserowe urządzenie sterujące UL-5 [1], [4], [7] oraz nadajnik laserowy GL-4B produkcji PCO. LSSMR zapewnia automatyczną regulację położenia osprzętu w bezrowkowych maszynach drenarskich z dokładnością  $\pm 2$  cm w promieniu około 250 m wokół nadajnika laserowego [5], [6].

W praktyce, pomimo zastosowania sterowania laserowego, istnieją sytuacje, w których dokładność układania drenu z przyczyn obiektywnych może nie być utrzymana. Zachodzi to w przypadku występowania — niemożliwych do ominięcia — podziemnych, twardych przeszkód, na które natrafia krój koparki drenarskiej podczas układania drenu. Powstałe w efekcie tego odchyłki śączka drenarskiego od założonej niwelety mogą być przyczyną występowania syfonów uniemożliwiających właściwe odprowadzanie przez niego wody. W procesie drenowania opisane odchyłki eliminuje się ręcznie lub z wykorzystaniem prostych maszyn roboczych — po zakończeniu cyklu prac drenarskich. W tym celu muszą być znane miejsca, w których ułożenie śączka jest nieprawidłowe. Jednym ze sposobów określania tych miejsc jest zastosowanie opisanego poniżej rejestratora głębokości układania śączków drenarskich (RGUSD), współpracującego z LSSMR.

### 2. Opis ogólny rejestratora głębokości układania śączków drenarskich.

Rejestrator jest przeznaczony do rejestrowania wartości odchyłań śączka od założonej niwelety oraz miejsc, w których odchylenia te występują. Zebrane informacje mogą być wykorzystane przy ocenie jakości wykonywanych prac oraz przy ewentualnej ręcznej korekcie ułożenia śączka.

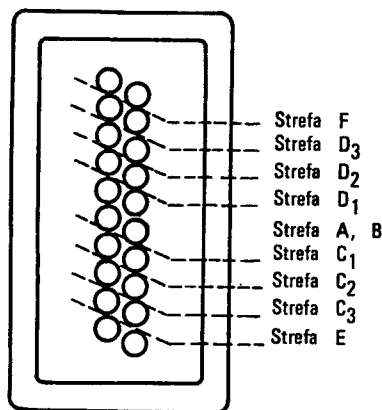
Zapis informacji przez rejestrator jest dokonywany na taśmie magnetycznej pamięci kasetowej PK-1 [2] w postaci 24-bitowych bloków informacyjnych, zawierających dane dostarczone do rejestratora przez urządzenia zewnętrzne, którymi są:

- programator cyfrowy, za pomocą którego operator koparki drenarskiej określa numer kolejny układanego sączka (dokumentacja prac drenarskich),
- impulsator, za pomocą którego jest określana wartość drogi przebytej przez koparkę drenarską, liczona od dołka startowego [3],
- detektor promieniowania laserowego urządzenia UL-5, określający wartość chwilową odchylenia kroju koparki drenarskiej, a zatem i układanego sączka drenarskiego od laserowej płaszczyzny odniesienia.

Na maszynie jest ponadto zamontowany czujnik końca drogi, informujący o zakończeniu układania kolejnego drenu. W momencie, gdy operator koparki rozpoczyna ręczne wygłębienie osprzętu koparki, czujnik ten wytwarza sygnał wykorzystywany w czasie zapisu informacji na taśmie (rozdział 3.2.). Programatorem cyfrowym jest potrójny przełącznik dziesięciopozycyjny, o sygnale wyjściowym w kodzie dwójkowo–dziesiętnym BCD (11 bitów). Programator cyfrowy jest umieszczony na płycie czołowej RGUSD.

Impulsator jest zbudowany w postaci koła poruszającego się po wewnętrznej powierzchni gąsienicy. Wytwarza on impulsy w momentach odpowiadających przebyciu przez koparkę każdego kolejnego metra drogi. Impulsy te są zliczane w liczniku dwójkowo–dziesiętnym, wchodzącym w skład zespołu zapisu rejestratora (9 bitów).

Jako detektor promieniowania laserowego, współpracujący z rejestratorem, został zastosowany detektor UL-DN2 [1] o dziewięciu strefach pomiarowych AB, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, E, F, określających



Rys. 1. Widok detektora promieniowania laserowego od strony czołowej w skali 1 : 2.  
Na rysunku wyszczególniono fotodiody.

wartość położenia narzędzia roboczego koparki w stosunku do zadanej niwelety (rys.1.). Oświetlenie przez laser odpowiednich stref odpowiada następującemu położeniu chwilowemu drenu:

- E — 4 ... 7 cm,
- C<sub>3</sub> — 3 ... 4 cm,
- C<sub>2</sub> — 2 ... 3 cm,

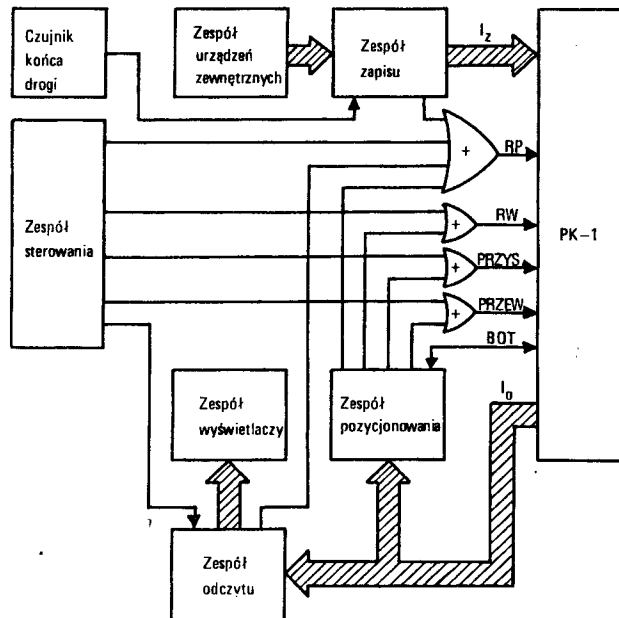
- $C_1$  — 1 ... 2 cm,
- AB — -1 ... 1 cm,
- $D_1$  — -1 ... -2 cm,
- $D_2$  — -2 ... -3 cm,
- $D_3$  — -3 ... -4 cm,
- F — -4 ... -7 cm.

Z konstrukcji detektora wynika, że sygnał przekazywany z niego do RGUSD jest przedstawiony w kodzie „1 z 8” (strefy  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , E,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , F). Sygnał powstający przy oświetleniu strefy środkowej AB jest wykorzystywany — łącznie z pozostałymi sygnałami detektora — jedynie przez LSSMR. Przed zapisaniem informacji pochodzącej z detektora, jego sygnał jest kodowany na kod dwójkowo—dziesiętny BCD (3 bity). Ostatni, 24. bit bloku informacyjnego ma wartość stałą równą 0 logicznemu i jest traktowany jako bit inicjujący zapis informacji na taśmie magnetycznej z zastosowaniem metody PE— kodowania fazy (PHASE ENCODED).

Omówione sygnały wyjściowe z urządzeń zewnętrznych są zapisywane — w przedstawionej wyżej postaci — na taśmie magnetycznej pamięci kasetowej PK—1. Sygnał wytwarzany przez czujnik końca drogi uruchamia proces zapisu w przypadku zakończenia układania sączka drenarskiego, niezależnie od jakości jego ułożenia. Zapis informacji o długości układanych sączków służy celom dokumentacyjnym.

Poniżej omówiono budowę i zasadę działania RGUSD.

### 3. Budowa i zasada działania rejestratora głębokości układania sączków drenarskich



Rys. 2. Schemat blokowy rejestratora głębokości układania sączków drenarskich

W skład rejestratora głębokości układania sączków drenarskich wchodzi następujące zespoły (rys. 2):

- zespół urządzeń zewnętrznych i czujnik końca drogi,
- zespół pamięci kasetowej PK-1,
- zespół sterowania,
- zespół zapisu,
- zespół pozycjonowania,
- zespół odczytu,
- zespół wyświetlaczy.

Zespół urządzeń zewnętrznych i czujnik końca drogi opisano w rozdziale 2. Pamięć kasetowa PK-1 jest produkowana przez MERAMAT. Jej budowa i działanie zostały przedstawione w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej [2].

Poniżej przedstawiono budowę i zasadę działania pozostałych zespołów rejestratora.

### 3.1. Zespół sterowania

Zespół sterowania jest zbudowany w formie pulpitu sterowniczego przeznaczonego do obsługi rejestratora. Za jego pomocą operator włącza zasilanie rejestratora (przycisk ZASILANIE) oraz ustala jego rodzaj pracy. W przypadku sterowania napędem taśmy rodzajem pracy mogą być następujące działania:

- ruch taśmy do przodu (przycisk RP),
- ruch taśmy do tyłu (przycisk RW),
- ruch taśmy z prędkością podwyższoną (przycisk PRZYSPIESZ),
- przewinięcie taśmy do jej fizycznego początku (przycisk PRZEWIŃ),

natomiast przy uaktywnieniu zespołów zapisu, odczytu lub pozycjonowania mogą być ponadto realizowane działania:

- zapis (przycisk ZAPIS),
- pozycjonowanie (przycisk POZYCJONOWANIE),
- odczyt (przycisk ODCZYT),

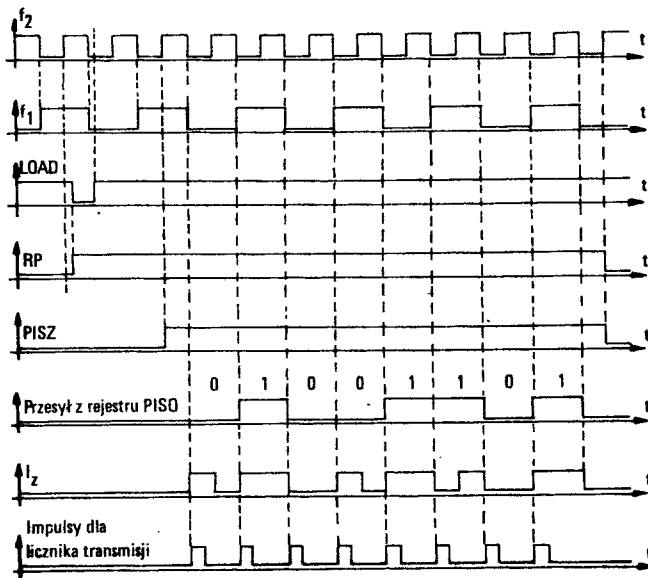
których spełnienie zapewniają opisane niżej zespoły rejestratora: zespół zapisu, zespół pozycjonowania, zespół odczytu i zespół wyświetlaczy.

### 3.2. Zespół zapisu

Zadaniem zespołu zapisu jest uformowanie i przesłanie informacji do pamięci kasetowej PK-1. Po uruchomieniu procesu zapisu, w zespole tym są generowane impulsy powodujące kolejno:

- wpisanie informacji z urządzeń zewnętrznych do rejestru PISO (sygnał LOAD),
- uruchomienie napędu taśmy pamięci PK-1 (sygnał RP),
- uruchomienie szeregowego przesyłu informacji do pamięci PK-1 (sygnał PISZ),
- uruchomienie licznika transmisji przesyłanej informacji.

W zespole zapisu następuje wtedy uformowanie informacji zawartej w rejestrze PISO w ciąg impulsów stanowiących dla pamięci PK-1 sygnał zapisu  $I_z$  zakodowany fazowo. Graficzna interpretacja tego kodowania jest przedstawiona na rys. 3. Na rysunku tym zaznaczono przebiegi  $f_1$  i  $f_2 = 2 \cdot f_1$ , synchronizujące układ kodowania i licznik transmisji przesyłanej informacji. W opisywanym rejestratorze  $f_1 = 6,4$  kHz,  $f_2 = 12,8$  kHz. Początki impulsów LOAD i RP są synchronizowane przez sygnały pochodzące z urządzeń zewnętrznych (rozdział 2).



Rys. 3. Graficzna interpretacja sygnałów sterujących i informacyjnych przy zapisie przykładowego 8-bitowego bloku informacyjnego o postaci 01001101

Po zliczeniu przez licznik transmisji 24 bitów następuje skasowanie sygnałów RP i PISZ, zatrzymanie taśmy oraz wyzerowanie licznika transmisji. W tym stanie rejestrator jest przygotowany do przyjęcia kolejnej informacji wypracowanej przez urządzenia zewnętrzne.

Proces zapisu zachodzi przy takich warunkach, że:

- pojawia się błąd ułożenia sączka oraz ostatni zapis jaki został wprowadzony przed wytworzeniem ostatniego sygnału impulsatora przebytej drogi lub
- jest podany sygnał końca drogi.

Pierwszy warunek zapewnia zapisywanie informacji nie częściej niż raz na jeden sygnał impulsatora drogi, co odpowiada przebytemu odcinkowi drogi o wartości 1 m. Drugi warunek zapewnia zapis wartości długości drenu po zakończeniu jego układania.

Przed załączeniem przycisku ZAPIS należy przeprowadzić pozycjonowanie, realizowane przez niżej opisany zespół pozycjonowania.

### 3.3. Zespół pozycjonowania

Proces pozycjonowania zachodzi po wciśnięciu przycisku POZYCJONOWANIE. Celem pozycjonowania jest automatyczne ustawienie taśmy magnetycznej pamięci PK-1 w takim położeniu w stosunku do głowicy zapisującej, aby kolejne informacje były zapisywane w określonej odległości za informacjami zapisanymi wcześniej. Czynność pozycjonowania należy przeprowadzić każdorazowo po załączeniu urządzenia do pracy, przed przeprowadzaniem zapisu kolejnych informacji. Próba zapisu bez uprzedniego pozycjonowania taśmy jest sygnalizowana przez wskaźnik dźwiękowy umieszczony w rejestratorze.

W czasie pozycjonowania w zespole tym są generowane impulsy powodujące:

- uruchomienie przewijania taśmy (sygnał PRZEWIŃ), a następnie, po odebraniu sygnału z pamięci PK–1 informującego o zakończeniu przewijania (sygnał BOT):
- uruchomienie przyspieszonego ruchu do przodu oraz odczytywanie taśmy (sygnały RP, PRZYSPIESZ i CZYTAJ).

W momencie, gdy podczas odczytywania taśmy układ sterowania zespołu pozycjonowania stwierdza istnienie określonej długości przerwy po odczycie ostatniego bloku informacyjnego (stan ten określa retrygerowany przerzutnik monostabilny) następuje zatrzymanie taśmy, skasowanie sygnału CZYTAJ i wytworzenie sygnału RW, powodującego cofnięcie taśmy o taką wartość, aby był spełniony warunek zachowania ustalonej odległości pomiędzy kolejno wpisywanymi blokami informacyjnymi. Zapisane na taśmie informacje mogą być w dowolnej chwili odczytane po włączeniu niżej opisanego zespołu odczytu.

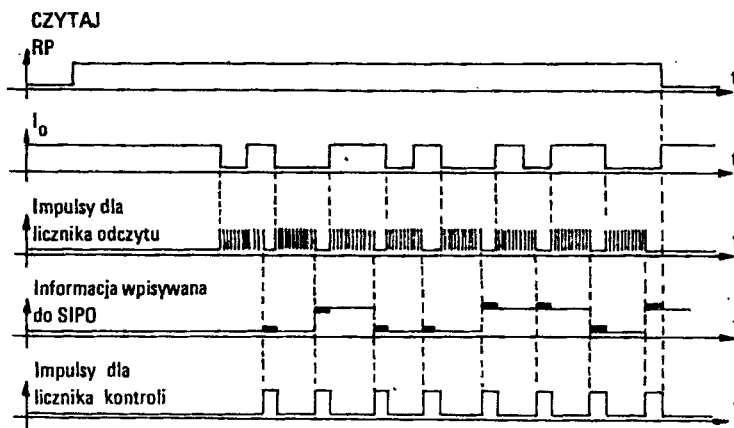
### 3.4. Zespół odczytu

Zadaniem zespołu odczytu jest sczytanie informacji z taśmy magnetycznej umieszczonej w pamięci PK–1 oraz przesłanie jej do zespołu wyświetlaczy (rozdział 3.5.).

Po wciśnięciu przycisku ODCZYT, umieszczonego w pulpicie sterowniczym, odczytywanie informacji z taśmy odbywa się automatycznie. Zostaje wtedy uruchomiony generator odczytu, który w odstępach około 2–sekundowych wysyła impuls synchronizujący proces odczytu informacji z taśmy. Impuls ten powoduje:

- uruchomienie przesuwu taśmy (sygnał RP),
- uruchomienie toru odczytu (sygnał CZYTAJ),
- uruchomienie licznika kontroli odbieranej informacji.

W torze odczytu zastosowano dekodery, który przetwarza wyjściowy sygnał informacyjny pamięci kasetowej  $I_0$  do postaci przekazywanej przy zapisie z rejestru PISO (rozdział 3.2.). W dekodrze tym pierwsze zbocze opadające sygnału  $I_0$ , odpowiadające początkowi czasu trwania bitu przy zapisie, uruchamia licznik odczytu zliczający impulsy generatora wewnętrznego o częstotliwości  $f_3 = 16 \cdot f_1$ , przy czym  $f_3 = 102,4 \text{ kHz}$  (rys. 4.).



Rys. 4. Graficzna interpretacja sygnałów sterujących i informacyjnych przy odczycie przykładowego 8-bitowego bloku informacyjnego o postaci 01001101

Ze sposobu zapisu informacji w systemie PE wynika (rozdział 3.2.), że po zliczeniu 12 impulsów tj. po około 3/4 czasu trwania jednego bitu, zanegowany stan logiczny sygnału  $I_0$  jest zgodny ze stanem logicznym odpowiedniego bitu przekazywanego przy zapisie z rejestru PISO. Stan ten ( $I_0$ ) jest obecnie wpisywany do rejestru SIPO, a licznik odczytu zerowany. Najbliższe kolejne zbocze sygnału  $I_0$  ponownie uruchamia licznik odczytu, który po zliczeniu 12 impulsów powoduje wpisanie do rejestru SIPO kolejnego bitu. Po zliczeniu przez licznik kontroli 24 bitów bloku informacyjnego sygnał RP zostaje skasowany, odebrana z taśmy informacja przekazana do zespołu wyświetlaczy, a przesuw taśmy zahamowany do pojawienia się kolejnego impulsu generatora odczytu. Powyższy sposób odczytu umożliwia ciągłe przeglądanie informacji zapisanych uprzednio na taśmie.

Na życzenie użytkownika proces odczytu może zostać wstrzymany poprzez zablokowanie generatora odczytu (przycisk STOP). W takim przypadku zespół wyświetlaczy wskazuje wartości odpowiadające ostatnio czytanej informacji. Proces odczytu jest kontynuowany po zwolnieniu przycisku STOP. W czasie odczytu zawartość rejestru SIPO jest w sposób ciągły przekazywana do opisanego niżej zespołu wyświetlaczy.

### 3.5. Zespół wyświetlaczy

Zespół wyświetlaczy działa przy odczycie informacji z taśmy. Zespół ten składa się z ośmiu diod elektroluminescencyjnych, sześciu 7-segmentowych wskaźników diodowych oraz układu sterowania. Diody świecące wskazują wartość odchylenia narzędzia roboczego koparki od zadanej niwelety. Trzy wskaźniki diodowe wskazują drogę przebytą przez koparkę — liczoną od dołka startowego — przy której wystąpiło, wskazywane przez diody elektroluminescencyjne, odchylenie. Pozostałe trzy diody określają nr kolejny kontrolowanego sączka.

Układ sterujący zastosowany w zespole wyświetlaczy dopasowuje postać bloku informacyjnego zawartego w rejestrze SIPO do rodzaju wyświetlaczy. Tak więc sygnał detektora promieniowania laserowego jest dekodowany do postaci wyjściowej „1 z 8”, a pozostałe sygnały są dekodowane poprzez scalone dekodery kodu dwójkowego na sygnały sterujące wyświetlaczami 7-segmentowymi.

Z liczby bitów określających kontrolowane wielkości wynika, że wartość maksymalna numeru kolejnego sączka wynosi 899, a maksymalna wartość mierzonej długości ułożonego sączka wynosi 199.

## 4. Wnioski końcowe

Opisany wyżej rejestrator przedstawiono na przykładzie zastosowania go do pomiarów kontrolnych jakości układanych sączków drenarskich.

Zakres zastosowań rejestratora można znacznie rozszerzyć poprzez zmianę konfiguracji rejestratora, dopasowującą go do współpracy z innymi, niż opisano wyżej urządzeniami zewnętrznymi. Dotyczy to zwłaszcza tych dziedzin, które nie wymagają stosowania bardzo skomplikowanych automatycznych systemów kontroli i rejestracji danych — w przypadkach, gdy liczba kontrolowanych wielkości jest niewielka.

#### Literatura

- [1] Dokumentacja Techniczno—Ruchowa laserowego urządzenia sterującego UL—5. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów.
- [2] Dokumentacja Techniczno—Ruchowa pamięci kasetowej PK—1. Warszawskie Zakłady Urządzeń Informatyki „MERAMAT”.
- [3] Konferencja Naukowo—Techniczna: Maszyny do bezrowkowego drenowania polskiej konstrukcji, stan obecny i perspektywy. Międzyrzecz Wielkopolski 1978.
- [4] Wrzesień M., Golański M.: Laserowy system sterowania maszyn inżynierskich. Wiadomości Elektrotechniczne 7/77.
- [5] Wrzesień M., Golański M.: Niektóre problemy związane z detekcją promieniowania laserowego. Pomiary Automatyka Kontrola 7/77.
- [6] Wrzesień M., Janson R., Golański M.: Detektor promieniowania laserowego. Patent PRL 1979, Nr 98507.
- [7] Wrzesień M., Golański M., Babicz B.: Automatyzacja procesu sterowania maszyny melioracyjnej do bezrowkowego drenowania. Biuletyn PIAP 5/85. Warszawa 1980.