

BADANIA KONCEPCJI SYGNALIZATORA ZAGROŻENIA RÓWNOWAGI CIĄGNIKÓW I MASZYN ROLNICZYCH *

Bogusław Koczorowski

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

Synopsis: Opracowano koncepcję funkcjonalną oraz model sygnalizatora ostrzegającego o niebezpieczeństwie wywrócenia agregatów rolniczych. Przedstawiono założenia i techniczną realizację oraz wyniki badań tego modelu.

Słowa kluczowe: stateczność, równowaga, praca na stokach, mikroprocesor, sygnalizator.

Cel pracy

Zainstalowanie w agregacie rolniczym urządzenia pewnie i skutecznie ostrzegającego o niebezpieczeństwie wywrócenia czyli o zagrożeniu utraty równowagi.

Podstawowe założenia i koncepcja

- System ostrzegania jest dwustopniowy. Pierwszy sygnał ostrzega operatora, że pracuje na polu o nachyleniu, na którym wykonanie jednego z możliwych manewrów może spowodować wywrócenie agregatu. Drugi sygnał alarmuje jeżeli agregat wykonuje manewr i przyjmuje pozycję grożącą utratą równowagi.

- Dla każdego rodzaju wykonywanej pracy muszą być uwzględnione i stosunkowo dokładnie określone wszystkie parametry wyznaczające układ dynamiczny i stateczność równowagi.

* Temat opracowany w ramach projektu badawczego 5S 306 041 03 finansowanego w latach 1993/1994 przez KOMITET BADAŃ NAUKOWYCH

- Układ funkcjonalny sygnalizatora musi uwzględniać zmianę stanu zagrożenia, jaka może nastąpić w sumie czasu trwania pomiarów i obliczeń i czasu reakcji operatora (RT). Sygnalizator musi "inteligentnie" przewidywać najniekorzystniejsze zmiany jakie mogą nastąpić w tym odcinku czasowym.

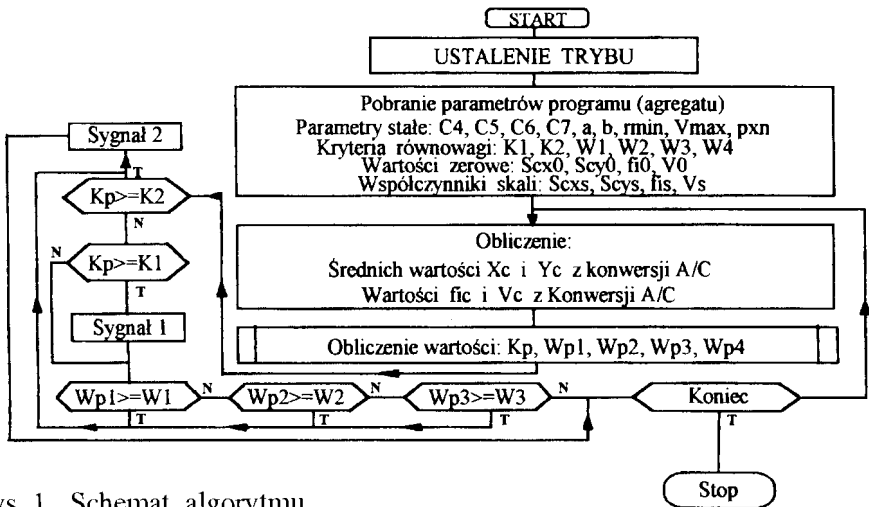
Realizacja

Zasada działania

Podstawową funkcję urządzenia wykonuje mikroprocesor: Oblicza sześć chwilowych parametrów charakterystycznych i porównuje je z odpowiednimi wartościami granicznymi - kryteriami ($W1, W2, W3, W4, K1, K2$). Kryteria $W1$ do $W4$ wynikają z równań momentów wokół czterech linii łączących podpory agregatu. ($W3=W4$.) $K1$ określa bezpieczny kąt nachylenia stoku, a $K2$ tzw. kąt ześlizgu przy zahamowanych kołach. Przekroczenie wartości $K1$ powoduje nadanie sygnału 1 (ostrzegawczego) a przekroczenie pozostałych nadanie sygnału 2 (alarmowego).

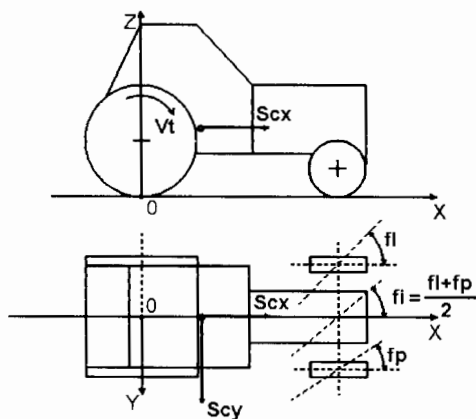
Sposób uzyskania funkcji sygnalizowania przedstawiono na rysunku 1.

Parametry stałe $C1$ do $C7$ opisują statyczną stabilność agregatu a V_{max} , a, b , r_{min} i p_{xn} stanowią najniekorzystniejsze parametry ruchu. Odpowiedni zestaw wprowadzany jest do programu klawiszami procesora.



Rys. 1. Schemat algorytmu
Fig. 1. Scheme of algorithm

Do programu wprowadzane są zmienne wartości chwilowe przedstawione na rysunku 2.: Dwie składowe przyspieszenia równoległego do płaszczyzny toru Sc_x i Sc_y , prędkość agregatu (w modelu V_t) i rzeczywisty promień toru agregatu (w modelu kąt wychylenia kół kierujących f_i).



Rys. 2. Mierzone wartości

Fig. 2. Measured values

Dane techniczne:

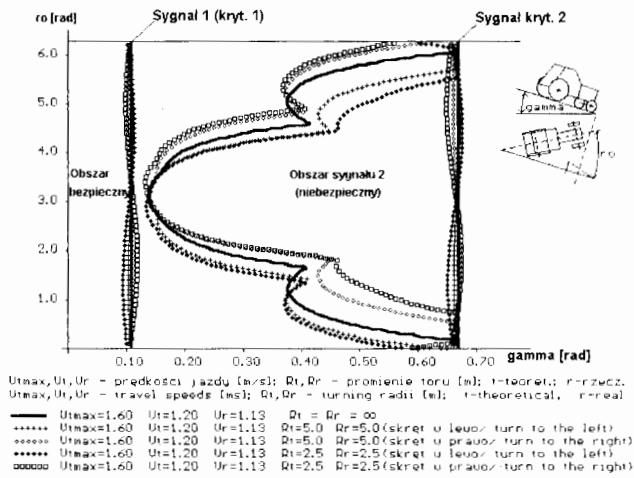
Układ przetwarzająco wykonawczy: Mikroprocesor INTEL 8051/12 MHz. Przetwornik A/C z ośmiowejściowym multiplekserem, dwa przetworniki C/A, pięć portów ośmiobitowych I/O. Czas cyklu próbkowania ok 0,5 s. Sygnał alarmowy świetlny i dźwiękowy przerywany i ciągły. Zasilanie 12 V .

Zespół czujników przyspieszeń (Sc_x i Sc_y): Wahadło o dwóch stopniach swobody unieruchomione dwoma tensometrycznymi czujnikami siły o zakresie pomiarowym 0 do 16 N.Redukowana długość wahadła 0.05 m, redukowana masa wahadła 0.200 kg. Wymiary zespołu 90 x 90 x 90 mm.

Wyniki badań

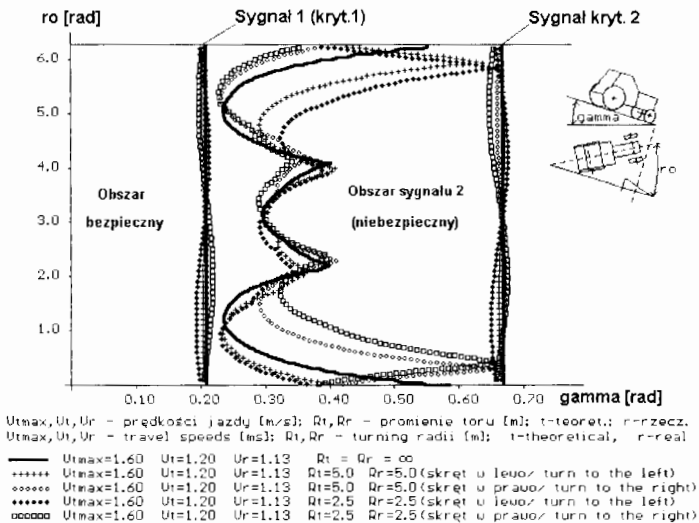
Znamienne wyniki badań przedstawiono na rysunkach 3. do 6. i w tabeli 1.

Symulacja komputerowa:



Rys. 3. Charakterystyki funkcji sygnalizatora, Program do pracy ciągnika URSUS C330 z maszyną zawieszoną ($M_m=380$ kg)

Fig. 3. The warning function characteristics. The work program for URSUS C330 tractor with rear mounted implement ($M_m=380$ kg)



Rys. 4. Charakterystyki funkcji sygnalizatora, Program do pracy ciągnika URSUS C330 z lekką maszyną przyczepianą ($M_m=700$ kg)

Fig. 4. The warning function characteristics. The work program for URSUS C330 tractor with trailed equipment ($M_m=700$ kg)

Próby eksploatacyjne:

Wyniki badań emisji sygnału 1 na stoku o kącie nachylenia 12° .

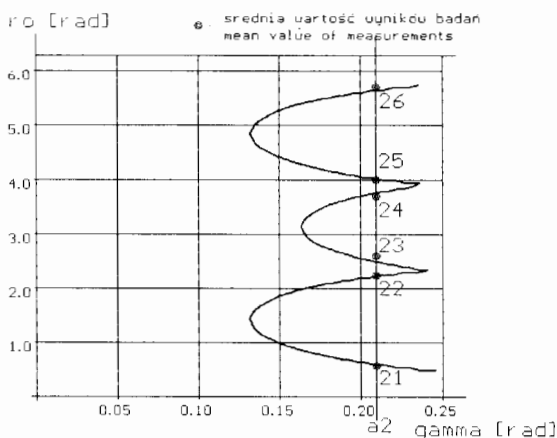
gamma: średni kąt nachylenia stoku, **gammak:** wartość kąta stanowiąca K1 w programie sygnalizatora, **delta=gammak-gamma**, **p:** liczba wyników pozytywnych, **n:** liczba wyników negatywnych

Tabela 1

Table 1

The results of signal emission 1 on a slope of 12° . Gamma: mean angle of slope, gammak - angle value K1 in the warning programme, delta - ... , p - number of positive findings, n - number of negative findings

Kąt wjazdu	ro (st.)	0	45	135	180	225	315	Razem
gamak= 12° delta= 0°	p	9	12	10	7	11	12	61
	n	11	8	10	13	9	8	59
gamak= 13° delta= 1°	p	9	11	14	10	13	11	68
	n	11	9	6	10	7	9	52
gamak= 14° delta= 2°	p	18	17	20	19	16	20	110
	n	2	3	0	1	4	0	10
gamak= 15° delta= 3°	p	19	20	20	18	20	20	117
	n	1	0	0	2	0	0	3

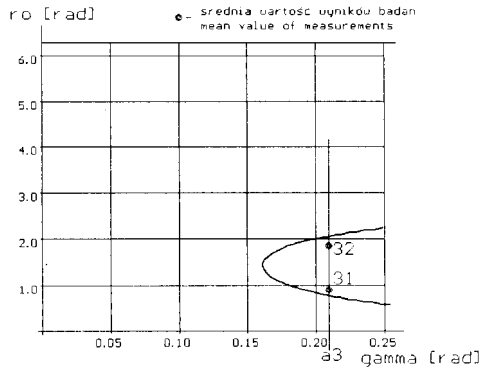


Rys. 5. Wyniki polowych badań emitowania sygnału 2 przy jeździe po prostej. Kąt nachylenia stoku $\gamma = a_2 = 0.209$ rad (12°).

Fig. 5. The results of field tests. Emission of signal 2 by straight line course. The slopy angle $\gamma = a_2 = 0.209$ rad (12°).

Podsumowanie

Metoda ostrzegania i badana techniczna koncepcja sygnalizatora zapewniają właściwe i skuteczne ostrzeganie o zagrożeniu równowagi agregatów rolniczych. Do pełnej oceny i weryfikacji zastosowanych rozwiązań konieczne jest przeprowadzenie badań w dłuższym okresie czasu i w bardziej zróżnicowanych warunkach.



Rys. 6. Wyniki połowych badań emitowania sygnału 2 przy skręcie w lewo po promieniu $R=5$ m. Kąt nachylenia stoku $\gamma = \alpha_3 = 0.209$ rad (12°).

Fig. 6. The results of field tests. Emission of signal 2 by turning to the left. Turning radius $R=5$ m. The slopy angle $\gamma = \alpha_3 = 0.209$ rad (12°)

Wadą badanego modelu urządzenia jest nieprecyzyjna funkcja wstępnego sygnału ostrzegawczego (sygnału 1). Ten brak precyzji występuje przy jeździe agregatu po torze zakrzywionym, zwłaszcza przy niekorzystnej charakterystyce podłoża. Można go wyeliminować dwoma sposobami. Pierwszy to zastosowanie dwóch, narazie jeszcze bardzo kosztownych, czujników: Czujnika prędkości rzeczywistej (radarowego lub optycznego) i precyzyjnego czujnika przyspieszeń (błąd $< 0.1\%$). Drugi to określenie (w wyniku badań) specyficznych zależności dynamicznych i kinematycznych parametrów agregatu od charakterystyki podłoża. Z eksploatacyjnego punktu widzenia tylko pierwszy z tych sposobów jest w pełni właściwy.

Bogusław Koczorowski

INVESTIGATIONS ON SIGNALLING DEVICE CONCEPT OF BALANCE HAZARD OF TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINES

S u m m a r y

The issue of an effective warning of the balance hazards of mobile agricultural aggregates, especially while working on hills, has not yet been properly solved. On the basis of available literature and author's research, the functional concept of a proper device (signalling device) has been elaborated. Research model of such warning device was constructed. Assumptions and technical realization of that model and research results are discussed in this paper. In conclusion it was stated that this concept is adequate.