

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Pomiaru Parametrów Ruchu

442

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Marian Fabrycy

Wykonawcy inż. Stanisław Pacholczak
mgr inż. Maciej Wiernicki
Ewa Lewicka-Gawron
Zbigniew Darda

Konsultant

Nr zlecenia 1956

Miernik poziomu strat ziarna względem
powierzchni zbioru do kombajnów
BIZON REKORD i BIZON GIGANT

Etap 1. Wykonanie i badanie wybranych
węzłów konstrukcyjnych i opra-
cowania dokumentacji modelu

Zleceniodawca Fabryka Maszyn Żniwnych

Pracę rozpoczęto dnia 85.06.15

zakończono dnia 85.10.15

Kierownik Pracowni

Kierownik Ośrodka

mgr inż. M. Fabrycy

DYREKTOR

dr inż. J. Winiecki

prof. dr inż. St. Dwojak

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 25

Egz. 1 PIAP-BOINTE

rysunków 12

Egz. 2 Fabryka Maszyn Żniwnych

fotografii

Egz. 3 PIAP-ORC

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5471

Analiza deskryptorowa CZUJNIKI DRGAŃ, CZUJNIKI PRĘDKOŚCI, BADANIA LABORATORYJNE
ELEMENT DZIELACY, SYGNALIZATOR OPTYCZNY, KOMBAJNY ZBOŻOWE.

Analiza dokumentacyjna Podano stan techniki w miernikach strat ziarna dla
kombajnów, ogólną koncepcję rozwiązania, i badania szczegółowe wybranych
węzłów konstrukcyjnych jak: czujniki strat, dźwiękowy czujnik prędkości,
układ dzielący i układ wskazujący na diodach świecących.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Trzy sprawozdania z opracowania miernika strat MSt z etapu 1,2,3
zlec. 108/1413 z lat 1973 + 75.

621.317.7.004.14

Mierniki - zasada

~~634.34~~ ~~Wskazywanie~~

634.354 Kombajny zbożowe

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

SPIS TREŚCI

	str
1. SPRAWY FORMALNE	3
1.1. Przedmiot pracy	3
1.2. Podstawa wykonania pracy	3
1.3. Zakres pracy	3
2. MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DOŚWIADCZEŃ Z BADAŃ MIERNIKA STRAT MS-t ORAZ ZNANYCH OSIĄGNIĘĆ PRZODUJĄCYCH FIRM	3
2.1. Krótki opis miernika strat MS-t i możliwości wykorzysta- nia posiadanych doświadczeń	3
2.2. Możliwości wykorzystania osiągnięć przodujących firm	4
3. KONCEPCJA ROZWIĄZANIA MIERNIKA STRAT ZIARNA	6
3.1. Ogólna koncepcja rozwiązania	6
3.2. Czujnik strat	7
3.3. Czujnik prędkości	8
3.4. Miernik z układem elektronicznym i wyniki badań wstęp- nych układu dzielącego oraz układu wskazującego ...	12
4. WNIOSKI	15

1. SPRAWY FORMALNE.

1.1. Przedmiot pracy.

Przedmiotem pracy jest opracowanie miernika strat ziarna względem powierzchni zbioru umożliwiającego optymalizację wydajności kombajnu zbożowego, kontrolę prawidłowości nastaw funkcji strat ziarna wydalonego z plewami i słomą. Miernik będzie stosowany w kombajnach Bizon Super i Bizon Gigant.

1.2. Podstawa wykonania pracy.

Praca jest realizowana na zamówienie Fabryki Maszyn Żniwnych z Płocka wg umowy nr 158/85.

1.3. Zakres pracy.

Zakres pracy wykonany w etapie 1 obejmuje: analizę możliwości wykorzystania doświadczeń z badań opracowanego dawniej miernika strat MS-t, zapoznanie się z aktualnym stanem techniki w produkowanych miernikach strat ziarna, ogólną koncepcję rozwiązania, badanie wybranych węzłów konstrukcyjnych w zakresie umożliwiającym opracowanie modeli i opracowanie dokumentacji szkicowej dla modeli.

2. MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DOŚWIADCZEŃ Z BADAŃ MIERNIKA STRAT MS-t ORAZ ZNANYCH OSIĄGNIĘĆ PRZODUJĄCYCH FIRM.

2.1. Krótki opis miernika strat MS-t i możliwości wykorzystania posiadanych doświadczeń.

Miernik strat ziarna MS-t był opracowany w Instytucie w połowie lat siedemdziesiątych. W tym czasie były znane tylko mierniki wskazujące wielkość strat w odniesieniu do czasu.

Tak też był rozwiązany miernik MS-t. Przy opracowaniu założeń, wskazywano wtedy na niewielką przydatność takiego rozwiązania /sprawozdanie z etapu 1 rok 1974/ i uzasadniliśmy wyższość użytkową miernika odnoszącego straty do powierzchni zbioru, a jeszcze lepiej do wydajności kombajnu.

Ze względu na poważne trudności techniczne w opracowaniu takich rozwiązań, zrealizowano rozwiązanie najbardziej proste.

Miernik MS-t posiadał oryginalnie rozwiązane czujniki strat, które dzięki zastosowaniu tłumików dźwięku były wykonane z metalu.

Porównywalne czujniki f-my RDS były wykonane z rur z tworzywa i wypełnione olejem parafinowym. Pomimo bardzo dobrej rozdzielczości sygnałów, z powodu kłopotliwego ich napełnienia oraz wycieków oleju, obecnie nie są stosowane.

Czujniki ^{podobne} do zastosowanych w MS-t stosuje obecnie f-ma Claas /targi Agromasz w Budapeszcie/. Firma ta stosuje też inne, bardziej złożone czujniki strat.

Obecnie bezpośrednia przydatność rozwiązań zastosowanych w mierniku MS-t jest niewielka. Spowodował to zarówno postęp techniczny jak też fakt, że miernik odnoszący straty do powierzchni względnie wydajności kombajnu jest zasadniczo innym miernikiem. Natomiast duże znaczenie ma doświadczenie uzyskane przy opracowaniu i badaniach miernika MS-t.

2.2. Możliwość wykorzystania osiągnięć przodujących firm.

Aktualnie brak jest pełnych danych o szczegółowych rozwiązaniach mierników strat ziarna. Posiadane informacje są uzyskane z prospektów i targów.

Do przodujących rozwiązań należy zaliczyć mierniki f-my Claas, FORTSCHRITT, RDS oraz miernik użyty w kombajnie DON 1500 prod. ZSRR.

Mierniki f-my Claas i FORTSCHRITT odnoszą straty do powierzchni zbioru, przy czym f-ma Claas załącza wykresy pozwalające ustalić straty względem wydajności plonu.

Miernik produkcji ZSRR odznacza się małymi wymiarami, jest montowany na pionowej ramie szyby kabiny, posiada wskaźnik świetlny prawdopodobnie wykonany z diod świecących.

Miernik f-my RDS posiada dwa wskaźniki: jeden dla sit drugi dla wytrząsaczy.

Czujniki strat na sitach i wytrząsaczach obejmują całą szerokość kombajnu, za wyjątkiem kombajnów f-my Claas gdzie użyty wytrząsacz bębnowy spowodował inne rozwiązanie czujnika na wytrząsaczach oraz w kombajnie ZSRR, gdzie użyto cztery krótkie czujniki wmontowane w boczne płaszczyzny wytrząsaczy.

Czujniki strat w kombajnie produkcji NRD są składane z krótkich obejmujących całą szerokość roboczą, czujników, wykonanych z tworzywa i posiadają jeden przewód przyłączony do masy kombajnu.

Ciekawym rozwiązaniem, stosowanym jedynie na ciągnikach rolniczych jest dźwiękowy pomiar prędkości z wykorzystaniem efektu Dopplera. Użyty rodzaj czujnika pracuje na fali dźwiękowej o częstotliwości 10.587 Hz.

Zaletą dźwiękowego czujnika prędkości jest możliwość montowania na dowolnym pojeździe bez potrzeby dokonywania zmian konstrukcyjnych oraz pomiar prędkości rzeczywistej, nie obciążonej błędem od poślizgu i zmiany promienia toczenia koła.

Przegląd rozwiązań przodujących firm wskazuje na prawidłowe sformułowanie tematu w umowie. Do bezpośredniego wykorzystania osiągnięć przodujących firm wydaje się celowe użycie dźwiękowego czujnika prędkości zamiast przewidywanego czujnika indukcyjnego współpracującego z kołem kombajnu oraz zastosowanie przyłączenia jednego przewodu z czujników do masy kombajnu w celu uproszczenia

instalacji elektrycznej, co jest szczególnie istotne przy naprawach kombajnu.

3. KONCEPCJA ROZWIĄZANIA MIERNIKA STRAT ZIARNA.

3.1. Ogólna koncepcja rozwiązania.

Umowa przewiduje opracowanie miernika strat ziarna względem powierzchni zbioru, na co pozwala aktualny stan techniki. Jednak są pewne szanse opracowania miernika strat względem wielkości zbioru i dlatego równoległe z etapem 1 tej pracy jest prowadzona druga, objęta odrębną umową a dotycząca opracowania czujnika przepływu masowego, niezbędnego dla tego rozwiązania .

Wg znanego nam w czasie podpisywania umowy stanu techniki układy elektroniczne dla miernika względem powierzchni i wydajności były by różne co zmuszało do wyboru rozwiązania na etapie 1. W wyniku przeprowadzonego rozeznania umożliwiającego zastosowanie dwiękowego czujnika prędkości dostrzeżono możliwość ujednolicenia układów. Oznacza to, że można mieć dwa różne mierniki, różniące się tylko zastosowanym czujnikiem. Rozwiązanie takie jest bardzo korzystne eksploatacyjnie i handlowo ponieważ miernik z czujnikiem dwiękowym odnoszący straty do powierzchni zbioru można instalować na dowolnym kombajnie, natomiast miernik z czujnikiem przepływu masowego, odnoszący straty do wydajności, choć bardziej korzystny wymaga wprowadzenia specjalnych zmian w kombajnie.

Z powyższych względów przyjmuje się, że układ opracowywany w ramach tej umowy wyposażony będzie w dwiękowy czujnik prędkości z sygnałem wyjściowym odpowiadającym sygnałowi z opracowywanego odrębnie czujnika przepływu masowego.

Cały układ będzie się składał z czujnika prędkości lub czujnika przepływu masowego, czujników strat ziarna na sitach i wytrząsa-

ozach oraz układu pomiarowego. Sam układ pomiarowy zainstalowany w kabinie będzie miał filtry wejściowe, układ dzielnicy i analogowy wskaźnik strat wykorzystujący diody świecące /LED/.

3.2. Czujnik strat.

Pomimo, że czujniki opracowane dla miernika MS-t odznaczały się nowoczesnym rozwiązaniem i dobrymi parametrami przeprowadzono obecnie wszechstronne badania dla poprawienia ich parametrów.

Badania prowadzono z ~~ukierunkowaniem~~ ukierunkowaniem na:

- wyeliminowanie upływności na przewodach przy zwiększonej wilgotności,
- zwiększenie rozdzielczości pomiędzy kolejnymi uderzeniami ziarna, przez zwiększenie tłumienia fali dźwiękowej w czujniku.

Zwiększoną odporność na upływność i zakłócenia uzyskano stosując w czujnikach specjalny wzmacniacz. Zastosowanie wzmacniacza dodatkowo pozwoliło na stosowanie instalacji jedнопrzewodowej, bez ekranowania. Schemat wzmacniacza przedstawiono na rys.1.

Badania nad zwiększeniem rozdzielczości czujnika ukierunkowano na próby z materiałami wielowarstwowymi złożonymi z materiału dobrze przewodzącego dźwięk i materiału dobrze tłumiącego.

Materiał dobrze przewodzący dźwięk jest potrzebny dla zapewnienia przekazania dźwięku od uderzenia ziarna do piezoelementu na całej długości czujnika, natomiast materiał dobrze tłumiący powinien zapewnić możliwie szybkie wytłumienie fali dźwiękowej, która ulega wielokrotnemu odbiciu na krawędziach materiału dobrze przewodzącego i może być liczona jako kolejne uderzenia ziaren.

Materiałem o takich parametrach jest produkowana dla potrzeb przemysłu elektronicznego folia miedziana laminowana warstwą

włókna szklanego nasyczonego żywicą epoksydową^{*/}. Próby przeprowadzono na laminacie o grubości 3 mm. Uzyskano wyniki lepsze niż na czujniku miernika MS-t. Przebiegi sygnałów przedstawiono na rys. 2 a i b.

Dalsze prace skierowano na wyeliminowanie dość równych /nietłumionych/ oscylacji o znacznie niższym poziomie. Przeprowadzono szereg badań nad wykryciem przyczyny ich występowania. W wyniku ustalono że są one spowodowane poprzecznymi drganiami laminatu. Zjawisko to prosto wyeliminowano dodając pod laminat warstwę gumy. Uzyskany sygnał przedstawiono na rysunku 2c.

Bardzo dobre wytłumienie fali dźwiękowej zapewnia rozdzielczość ok. 750 równomiernych uderzeń ziarna na sekundę nawet bez stosowania amplitudowego odcięcia części sygnału.

Taki wynik pozwala na wyeliminowanie w mierniku nastawy czułości, która jest bardzo kłopotliwa dla korbajnisty. Laminat posiada bardzo dobre własności tłumienia dźwięku, ale nie zapewnia jego przeniesienia przez całą długość /rzędu 1m/ czujnika. Z tego względu zachodzi konieczność stosowania dwóch piezoelementów.

3.3. Czujnik prędkości.

Do pomiaru prędkości proponuje się zastosować czujnik, akustyczny, którego zasada działania wykorzystuje zjawisko Dopplera. Rozwiązanie takie umożliwi ujednolicenie parametrów sygnału czujnika prędkości z parametrami sygnału z czujnika masowego a tym samym stosowania jednego rozwiązania miernika dla obu wariantów.

Dla zapewnienia łatwiejszych warunków pracy czujnika planuje się jego umieszczenie za kołem napędowym korbajnu z ukierunkowaniem fali dźwiękowej na ślad pozostawiony przez koło /rys.3/. Czujnik

^{*/} Realizując dalej temat należy sprawdzić, czy wpływy długotrwałego oddziaływania czynników mających mechaniczny kontakt z folią, nie będą miały ujemnego wpływu na jej przydatność do przewidywanego zastosowania.

umieszczony będzie pod kątem α do płaszczyzny terenu /rys.4/.
Przy prędkości kombajnu V_K prędkość unoszenia źródła dźwięku
w płaszczyźnie pod kątem α będzie określona zależnością

$$V = V_K \cdot \cos \alpha$$

Podstawowe zależności dla ruchu falowego /dźwięku/ przy nieruchomym źródle dźwięku i odbiorniku są określone wzorami:

$$\lambda_o = \frac{V_p}{f_o} \quad T_o = \frac{\lambda_o}{V_p} \quad f_o = \frac{1}{T_o}$$

gdzie: V_p - prędkość dźwięku w powietrzu

f_o - częstotliwość dźwięku

λ_o - długość fali

T_o - okres fali

W przypadku nas interesującym gdy źródło dźwięku oddala się
względem punktu terenu z prędkością $V_K \cdot \cos \alpha$, długość fali
dźwiękowej docierającej do tego punktu będzie większa i wyniesie:

$$\lambda_1 = \frac{V_p + V_K \cos \alpha}{f_o}$$

przy niezmięnionej w tym przypadku prędkość dźwięku V_p względem
nieruchomego punktu, ale o zmienionej częstotliwości f_1 i okresie
 T_1 .

Fala dźwiękowa odbita od terenu będzie się rozprzestrzeniać we
wszystkich kierunkach a do odbiornika poruszającego się wraz z
kombajnem będzie docierać z pozorną zmianą prędkości dźwięku do
wartości:

$$V_p - V_K \cos \alpha$$

stąd okres fali docierającego dźwięku do odbiornika wyniesie

$$T_2 = \frac{\lambda_1}{V_p - V_K \cos \alpha} = \frac{1}{f_o} \cdot \frac{V_p + V_K \cos \alpha}{V_p - V_K \cos \alpha}$$

a częstotliwość odbieranego dźwięku będzie wynosiła

$$f_2 = \frac{1}{T_2} = f_0 \frac{V_p - V_K \cos \alpha}{V_p + V_K \cos \alpha}$$

W przypadku gdy kombajn będzie jechał do tyłu powyższy wzór będzie miał postać:

$$f'_2 = f_0 \frac{V_p + V_K \cos \alpha}{V_p - V_K \cos \alpha}$$

W czujniku dźwiękowym mierzona prędkość jest proporcjonalna do zmiany częstotliwości

$$f = f_0 - f_2 = f_0 / 1 - \frac{V_p - V_K \cos \alpha}{V_p + V_K \cos \alpha} /$$

Dla przewidywanego kąta $\alpha = 30^\circ$, błąd wyrażony w procentach, od zmiany kąta spowodowanej ukształtowaniem terenu jest nieco mniejszy jak zmiana kąta wyrażona w stopniach. Ponieważ miernik posiada układ całkujący, a zmiany kąta mają charakter oscylacyjny, błąd ten będzie w znacznym stopniu niwelowany.

Prędkość dźwięku w powietrzu jest zależna od temperatury, powietrza, wilgotności i ciśnienia. Największe zmiany prędkości dźwięku w powietrzu powoduje zmiana temperatury. Prędkość dźwięku w funkcji temperatury określa empiryczny wzór:

$$V_p = 20 \cdot \sqrt{T} \text{ /m/s/}$$

Przy 20°C $V_p = 344 \text{ m/s}$ a przy 0°C $V_p = 331 \text{ m/s}$.

Z powyższych danych wynika, że dla akustycznego czujnika dźwiękowego dla miernika strat, zmiany prędkości dźwięku od temperatury nie mają praktycznego znaczenia, tym bardziej, że, praca kombajnu odbywa się w dość stabilnych warunkach atmosferycznych.

Schemat blokowy czujnika dźwiękowego przedstawiono na rys.5.

Wstępne próby laboratoryjne przeprowadzono przy użyciu laboratoryjnego generatora, którego wyjście dopasowano do rezystancji

M

głośnika, transformatorem. W układzie takim moc dostarczona do głośnika była rzędu dziesiątych części wata /RDS-10W/. Jako mikrofon użyto inny głośnik i sygnał z niego bezpośrednio przyłączono do mieszacza wykonanego na jednym tranzystorze. Filtrowykonyano na kubku ferrytowym. Sygnał obserwowano na oscyloskopie przy nastawionej czułości 5 mV/cm. Przy ruchu przeszkodę w odległości do 0,3 m od obok siebie umieszczonego głośnika i mikrofonu, na oscyloskopie widoczny był sygnał o częstotliwości zależnej od prędkości przemieszczania przeszkody. Jako przeszkodę używano blachę oraz porowate tworzywo i nie zauważono różnicy w sygnale. Próby przeprowadzono w paśmie częstotliwości $3 \div 5$ kHz ponieważ wyższych częstotliwości nie odbierał użyty głośnik jako mikrofon. Przeprowadzono próby nad skonstruowaniem nadajnika i odbiornika piezoelektrycznego.

Uzyskano podobne wyniki jak na głośnikach indukcyjnych, jednak z rozwiązania tego musiano zrezygnować z powodu niemożności uzyskania mocy rzędu 10W /przy częstotliwości w przedziale $10 \div 20$ kHz/ i przy rozsądnych wymiarach nadajnika. Z tych powodów model czujnika będzie zbudowany przy użyciu handlowego głośnika, mikrofonu i scalonego wzmacniacza mocy.

Przyjmując następujące dane wyjściowe:

- Maksymalną prędkość koszenia $V_K = 8 \text{ km/h} = 2,2 \text{ m/s}$
- Kąt zamocowania czujnika $\alpha = 30^\circ$, $\cos \alpha = 0,866$
- Prędkość dźwięku w powietrzu $V_p = 344 \text{ m/s}$
- Częstotliwość sygnału z czujnika przy prędkości 8 km/h
 $f = 198 \text{ Hz}$ równą częstotliwości sygnału z czujnika masowego przy maksymalnej wydajności

otrzymamy częstotliwość generatora

$$f_0 = \frac{198}{1 - \frac{344 - 2,2 \cdot 0,866}{344 + 2,2 \cdot 0,866}} = 18000 \text{ Hz}$$

Ze względu na zmiany szerokości pokosu wynikające z różnych wymiarów stosowanych hederów /zespołów tnących/ częstotliwość sygnału $f = 198 \text{ Hz}$ przyjmujemy dla maksymalnego ^{wymiaru} hederu.

W przypadku przyjęcia że zmiana hederu będzie wymagała odrębnego przełącznika, w mierniku, może on być zastąpiony przełącznikiem na czujniku zmieniającym odpowiednio częstotliwość generatora.

3.4 Miernik z układem elektronicznym i wyniki badań wstępnych układu dzielącego oraz układu wskazującego.

Schemat blokowy miernika przedstawiono na rys. 6. Na schemacie zaznaczono miejsca nastaw dla obsługi przez kombajnistę.

Miernik posiada trzy włączniki i jeden przełącznik wielozakresowy.

Jeden włącznik służy do włączania zasilania miernika i czujnika prędkości lub czujnika masowego. Dwa pozostałe włączniki służą do włączania czujników strat na sitach oraz na wytrząsaczach.

Dwa odrębne wyłączniki są konieczne dla umożliwienia ustalenia miejsca występowania nadmiernych strat. Przełącznik wielozakresowy służy do wyskalowania miernika w zależności od przyjętej wielkości strat oraz przy zmianie rodzaju zbieranego zboża. W układzie wzmacniająco filtrującym i kształtowaniu impulsów są użyte filtry RC dla odfiltrowania zakłóceń akustycznych od pracy kombajnu i sygnałów od uderzeń słomy w czujniki.

Układ dzielący zbudowany jest z dekady liczącej w której wyjście jest przyłączone do wyjścia podtrzymującego sygnał.

Ukształtowany sygnał z czujnika prędkości lub czujnika przepływu masowego przyłączony do wejścia dekady jest zliczany do jej napełnienia, dając sygnał na wyjściu. Sygnał z wyjścia przyłączony na podtrzymanie stanu dekady blokuje jej pracę do czasu pojawienia

się sygnału zerującego. Po wystąpieniu sygnału zerującego cykl powyższy jest powtarzany.

Sygnał zerujący jest uzyskiwany z przetwornika monostabilnego sterowanego sygnałami uzyskanymi z czujników strat po ich ukształtowaniu i podzieleniu w dzielniku częstotliwości. Przebiegi sygnałów przedstawiono na rys.7.

Napięcie uśrednione z wyjścia dekady jest proporcjonalne do ilorazu strat ziarna do powierzchni zbioru lub wydajności ponieważ:

$$U_s \cdot T = U \cdot t$$

a

$$t = 8 t_p \quad T \approx t_s$$

liczba 8 określa pojemność użytej dekady,
ponadto

$$t_p = \frac{1}{f_p} \quad t_s = \frac{1}{f_s}$$

gdzie: f_p - częstotliwość sygnałów z czujnika prędkości lub
wydatku masowego

f_s - podzielona częstotliwość z czujników strat

f_p jest proporcjonalne do powierzchni zbioru lub wydajności

f_s jest proporcjonalne do strat ziarna

stąd:
$$U_s = U \cdot \frac{t}{T} = U \cdot \frac{8 t_p}{t_s} = 8 U \frac{f_s}{f_p}$$

lub:
$$U_s = A \frac{S}{P} \quad / \%/$$

gdzie: A - stały współczynnik proporcjonalności

S - wielkość strat w %

P - wielkość powierzchni zbioru w /ha/ lub wielkość
zbioru w /kg/

Poprawne działanie układu wymaga, aby czas t_s był ponad osiem razy większy od czasu t_p , czyli częstotliwość z czujników

prędkości lub wydatku masowego była ponad 8 razy większa od częstotliwości z czujników strat. W przypadku gdy nie będzie spełniony powyższy warunek, w wyniku dzielenia otrzymamy wartość maksymalną to jest $U_s = U$.

Na podstawie doświadczeń z miernika $M_s - t$ oraz uwzględniając zwiększoną rozdzielczość sygnałów, z czujników, przyjmujemy maksymalną częstotliwość uderzeń ziaren w czujniki strat równą 200 Hz. Zakładając dalej, że przy prędkości koszenia 3,5 km/h^{x/} będzie mogła występować maksymalna wydajność kombajnu dla której sygnał z czujnika prędkości będzie równy 86,6 Hz stąd dzielnik częstotliwości dla sygnału strat powinien być większy niż 23. Dla pewności że miernik będzie posiadał dostateczne zakresy nastaw przyjmujemy podział sygnału z czujników strat przez 30.

Schemat układu dzielącego przedstawiono na rys.8.

Układ dzielący zbudowany jest z dekad UCY 7490N i przerzutnika monostabilnego UCY 74121N.

Działanie układu sprawdzono zadając sygnały z generatorów z zachowaniem ustalonych proporcji częstotliwości.

Układ działał prawidłowo z dokładnością charakterystyczną dla układów cyfrowych.

Dzielnik częstotliwości dla sygnału z czujników składa się z dekad UCY 7492N połączonej w układzie dzielącym przez 6 oraz dekad UCY 7490N połączonej w układzie dzielącym przez 5. Stąd łączny podział wynosi 30.

Schemat połączeń przedstawiono na rys.9.

Układ całkująco-wzmacniający ze względu na typowe rozwiązanie nie wymaga opisu za wyjątkiem informacji że nastawa zakresu miernika jest realizowana przez zmianę ujemnego sprzężenia zwrotnego. Układ przedstawiono na rys.10.

x/

Przypadek taki wystąpi przy dużej wydajności zboża z ha

Układ wskazujący jest zbudowany na układzie UL 1970 i na diodach świecących /LED/. Przewidziano: dla strat ziarna . zbyt małych, gdy decydujące są straty z niewykorzystania wydajności kombajnu, kolor diod żółty, dla strat ziarna właściwych-zielony oraz dla strat zbyt dużych - czerwony. Układ jest wyposażony w automatyczną regulację jasności świecenia diod zależną od jasności oświetlenia zewnętrznego.

Układ zbudowany jest wg schematu aplikacyjnego producenta i przedstawiony na rys.11.

Rozwiązanie plastyczne miernika jest przedstawione na rys.12.

Wąski pionowy kształt obudowy umożliwia mocowanie miernika na ramie przedniej szyby, w miejscu najbardziej dogodnym dla kombajnisty.

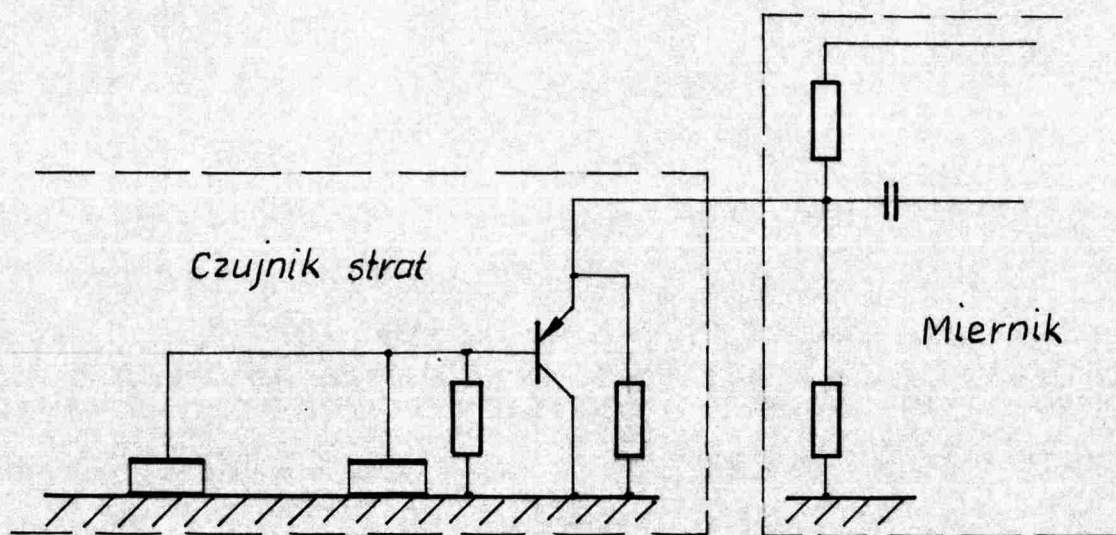
Miernik posiada: włącznik zasilania, dwa włączniki dla czujników strat, przełącznik zakresów, sygnalizację działania czujników strat, sygnalizację działania czujnika prędkości lub wydatku masowego oraz sygnalizację wielkości strat.

4. WNIOSKI

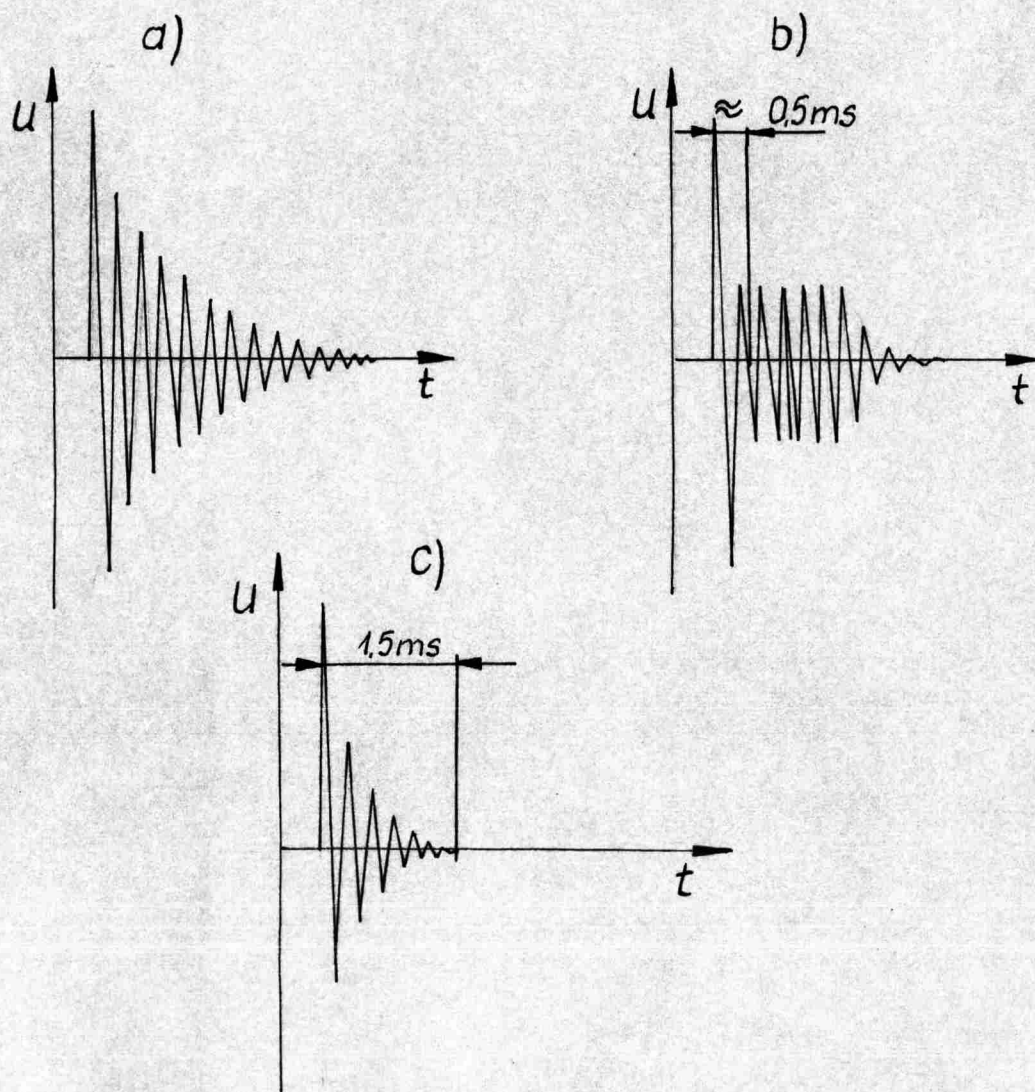
Z przeprowadzonego rozeznania tematu i badań wybranych węzłów konstrukcyjnych można wnioskować:

- Zastosowanie dzwinkowego czujnika prędkości, umożliwia jednoczesną realizację miernika strat względem powierzchni zbioru i względem wydajności, powiewaź przez ujednolicenie sygnałów z czujnika prędkości i czujnika wydatku masowego, konstrukcja samego miernika jest jednakowa dla tych rozwiązań.
- Miernik strat względem wydajności jest rozwiązaniem najbardziej wskazanym, gdyż daje wynik zgodny z potrzebami, jednak wymaga zmian konstrukcyjnych kombajnu. Natomiast miernik strat względem powierzchni zbioru nie uwzględnia zmian wydajności zboża z hektara

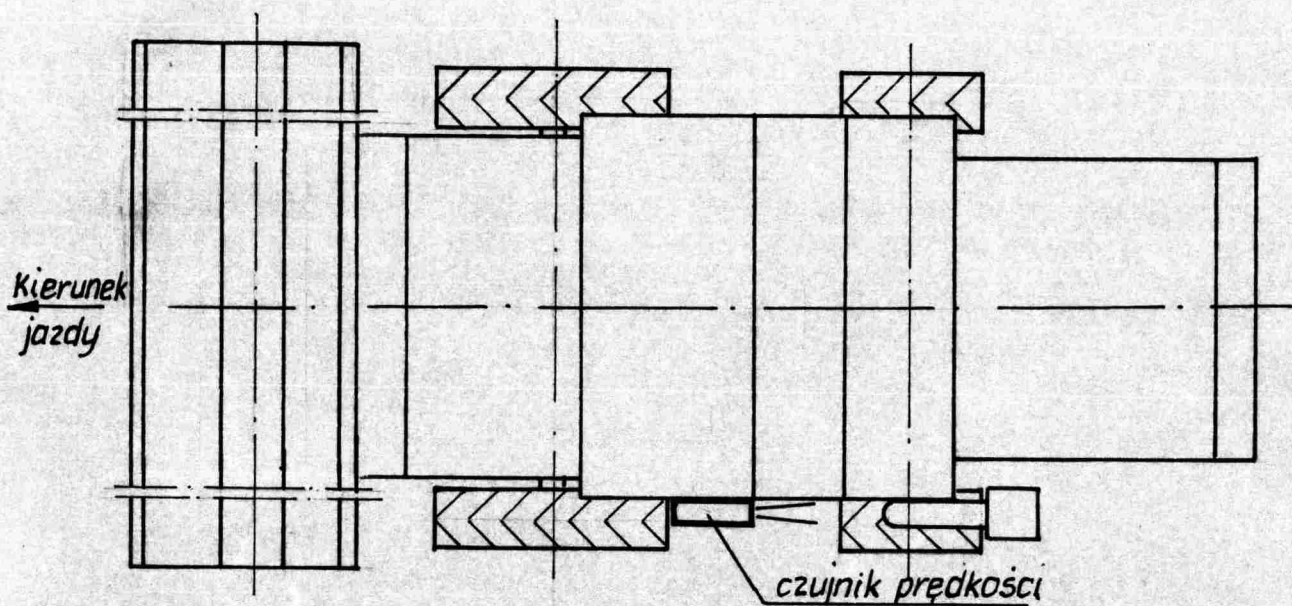
- to jednak posiada poważną zaletę polegającą na możliwości montowania układu na kombajnie bez wprowadzania zmian konstrukcyjnych.
- Opracowanie dzwinkowego czujnika prędkości jest bardziej kosztowne niż planowane wstępnie rozwiązanie uzyskiwania sygnału z koła kombajnu przy użyciu czujnika indukcyjnego. Natomiast koszty produkcji tych rozwiązań są porównywalne. Dodatkową trudnością związaną z zastosowaniem czujnika indukcyjnego jest konieczność wprowadzenia zmian konstrukcyjnych w kombajnie.
 - Uwzględniając duży zakres zmian strat uzyskiwany na przełączniku zakresu w mierniku, proponuje się zrezygnowanie z dodatkowego przełącznika uwzględniającego hedery o różnych wymiarach /dodatkowy przełącznik dotyczy tylko miernika odnoszącego straty do powierzchni zbioru/, ponieważ praktycznie będzie występować pokrywanie się nastaw na tych przełącznikach. W związku z tym zakłada się, że korekta szerokości hederu będzie dokonywana za pośrednictwem przełącznika zakresu.



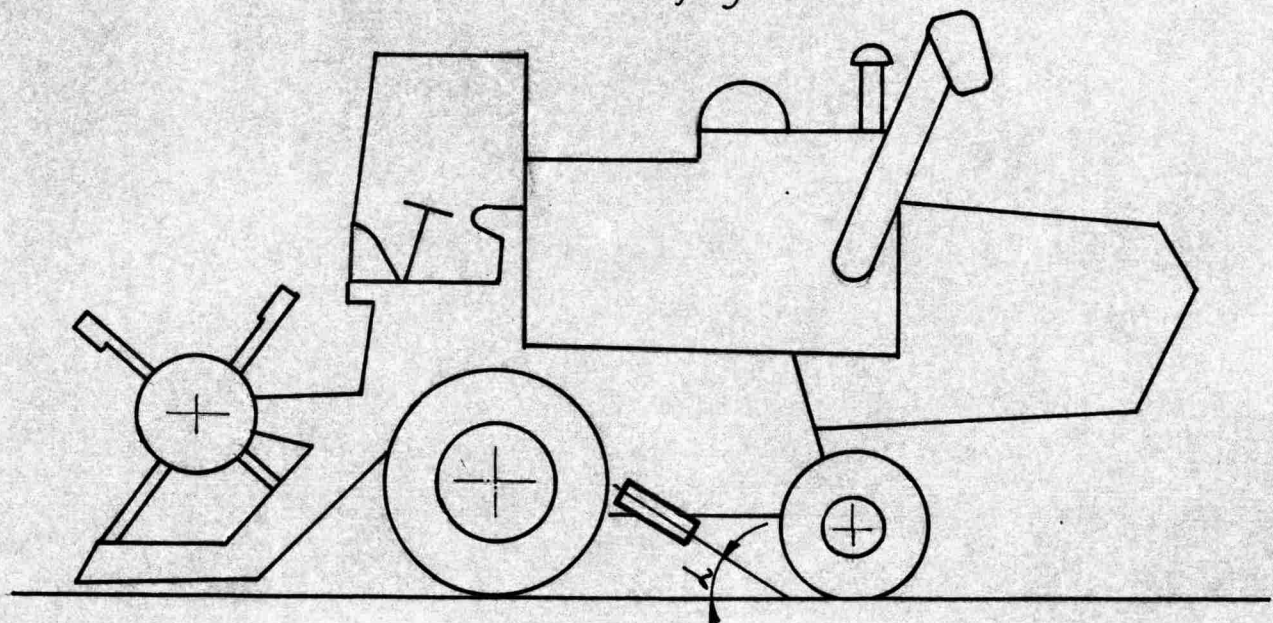
Rys.1 Schemat wzmacniacza w czujniku strat



Rys.2 Przebiegi sygnałów z czujników
 a - z czujnika miernika Ms-t
 b - z czujnika wykonanego na laminacie
 c - z czujnika wykonanego na laminacie
 z dodatkowym tłumieniem

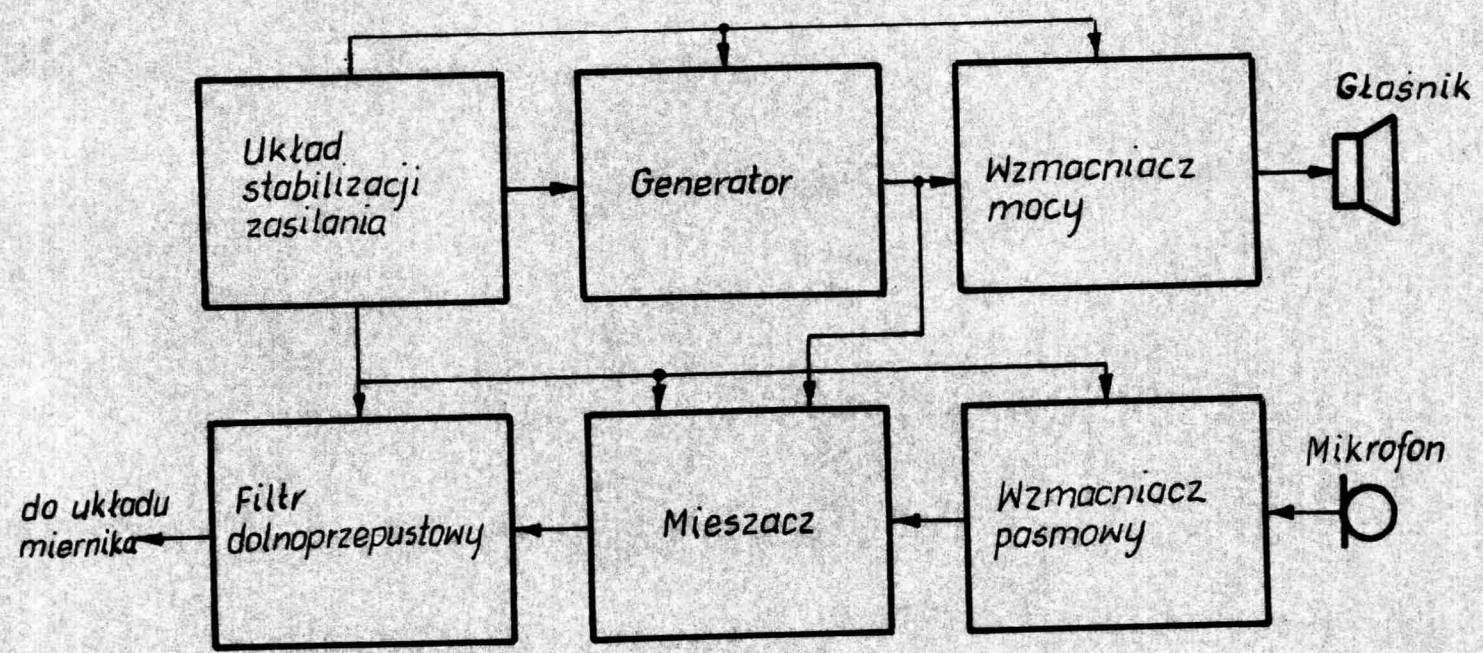


Rys.3 Usytuowanie czujnika prędkości na kombajnie
Widok z góry

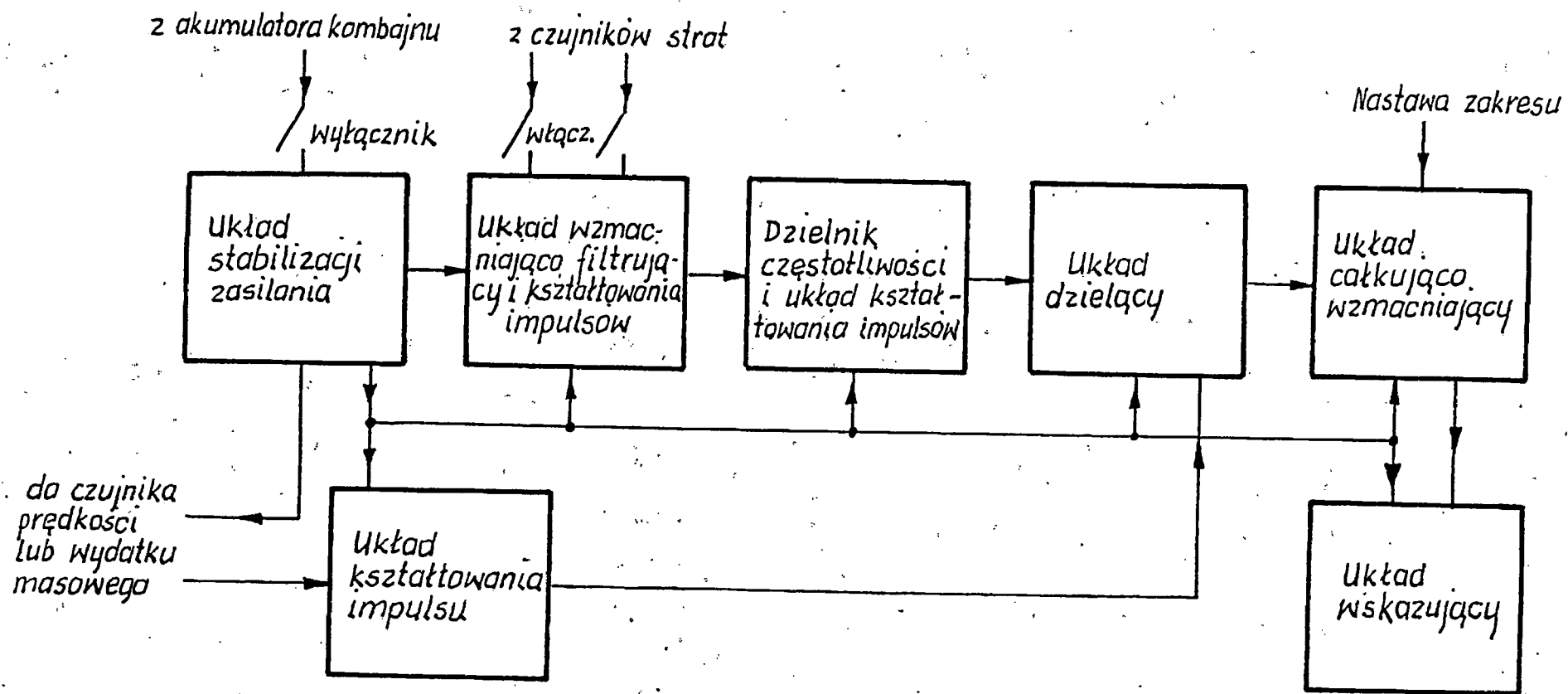


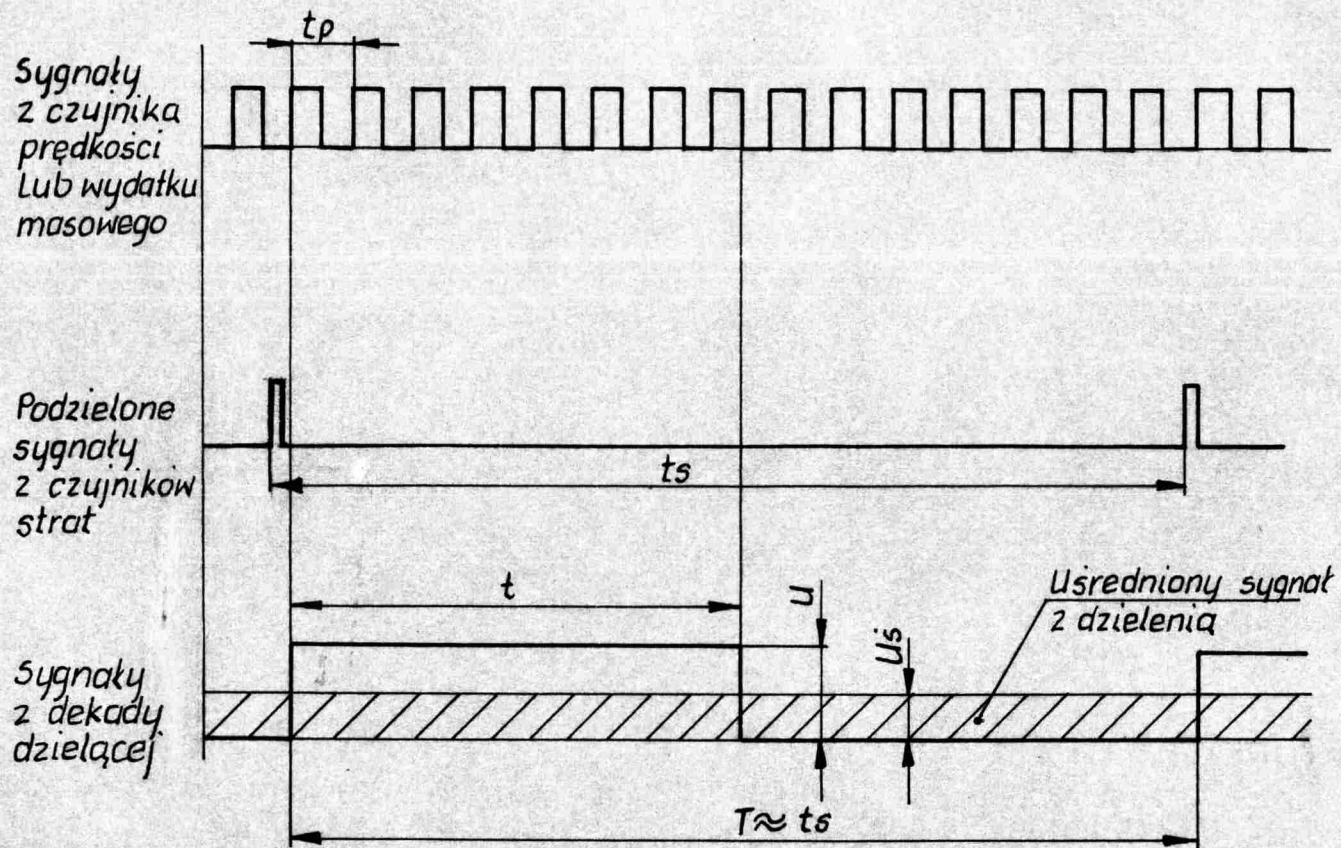
Rys.4 Usytuowanie czujnika prędkości na kombajnie
Widok z boku

Rys. 5 Schemat blokowy czujnika dźwiękowego



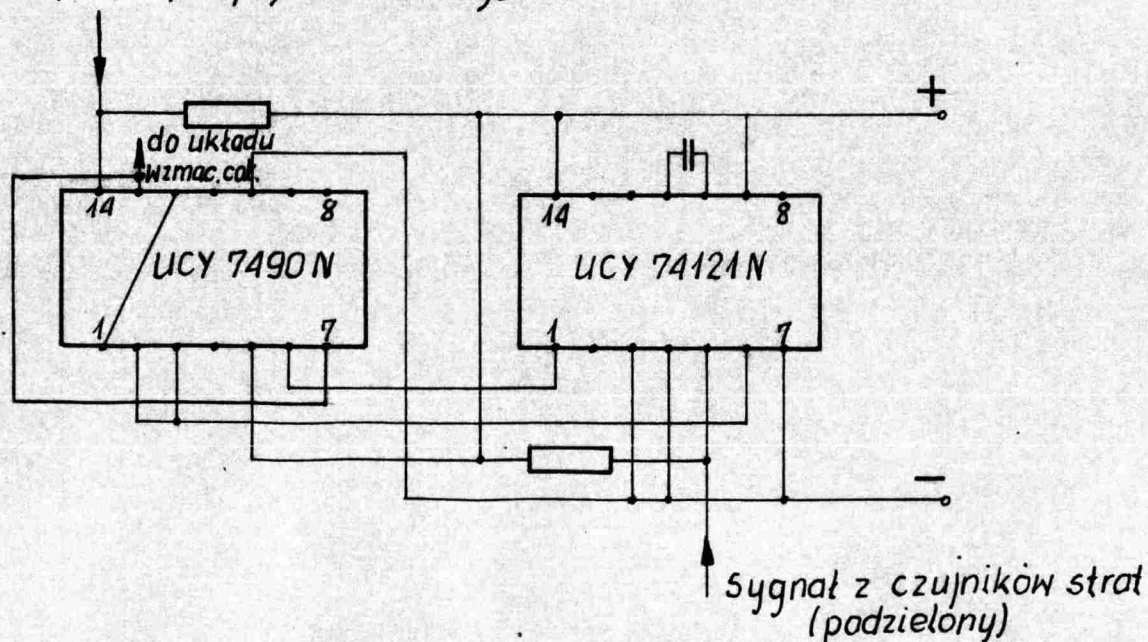
Rys. 6 Schemat blokowy miernika strat ziarna





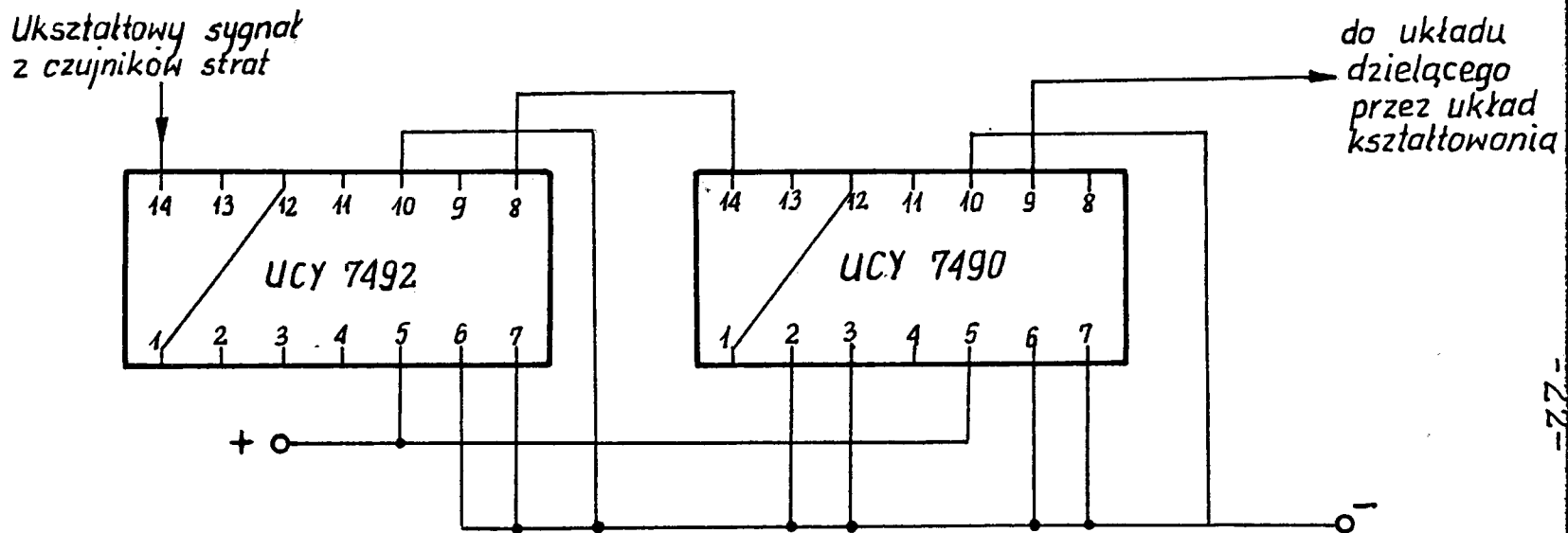
Rys. 7 Przebiegi sygnałów w układzie dzielącym

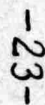
Sygnał z czujnika prędkości lub czujnika przepływu masowego



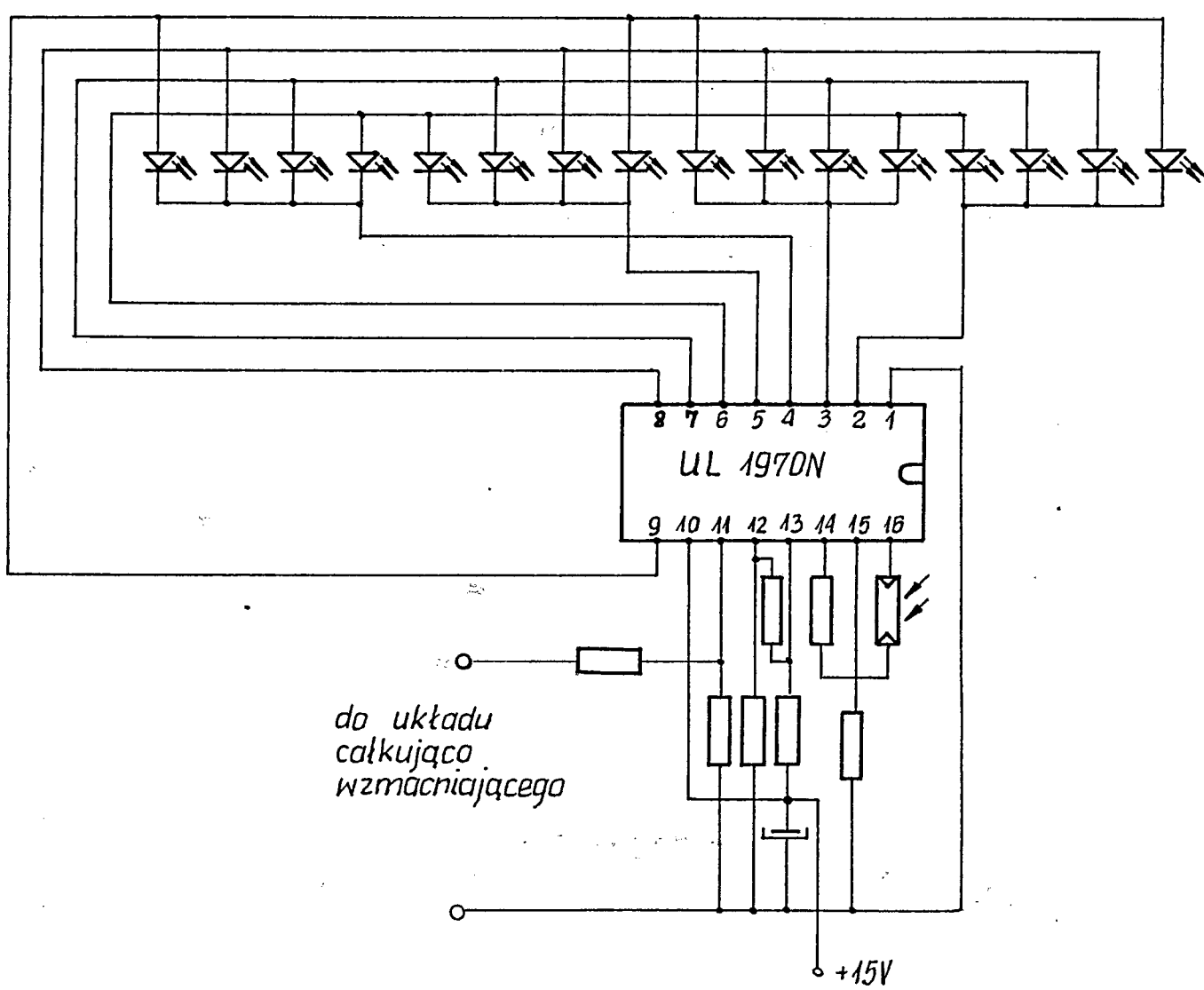
Rys. 8 Schemat układu dzielącego

Rys. 9 Schemat dzielnika częstotliwości sygnałów z czujnika strat



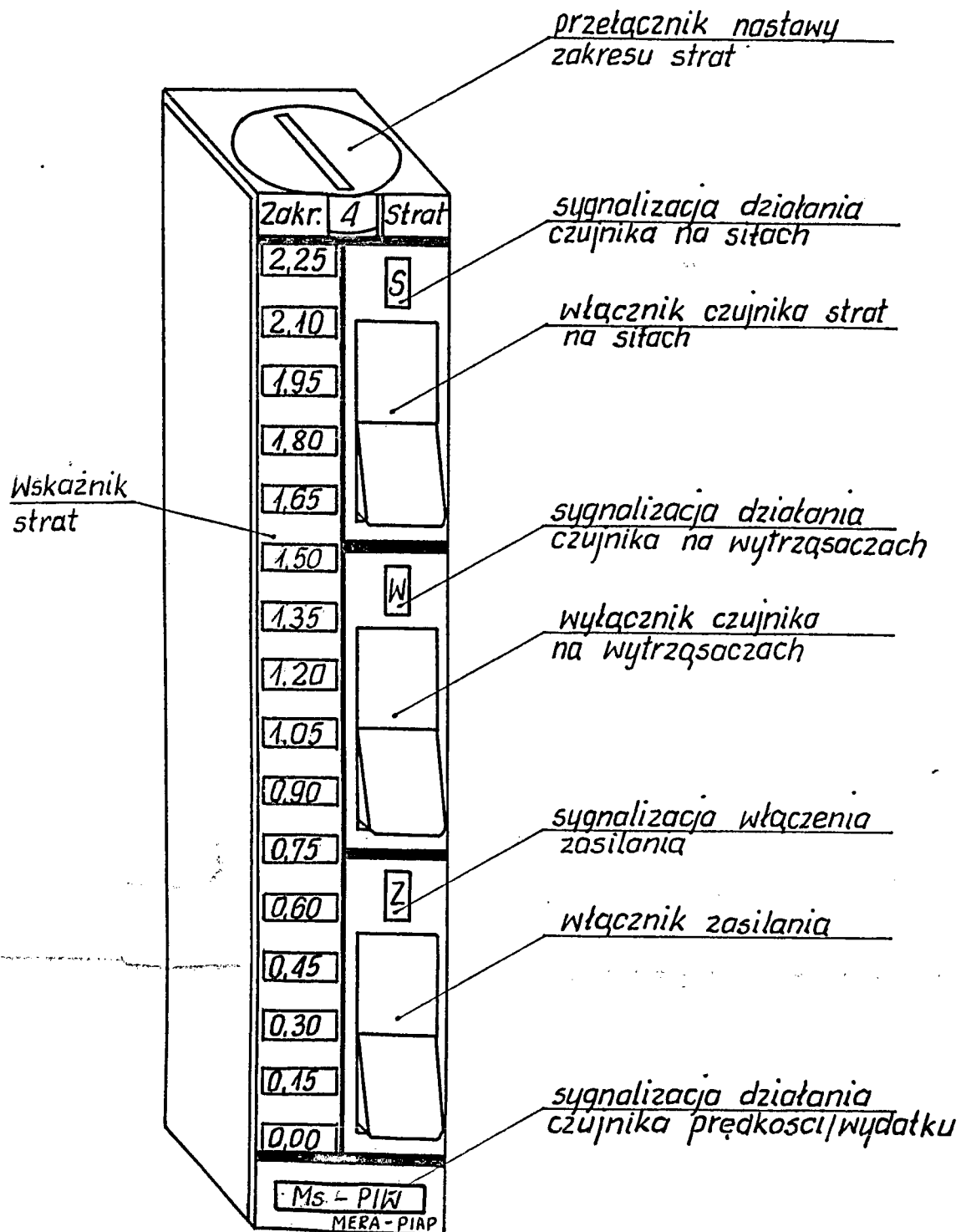


24



Rys. 11 Układ wskaźujący

25



Rys. 12 Projekt plastycznego rozwiązania miernika strat