

Zagadnienia z przedmiotu
EKSPLOATACJA SYSTEMÓW MECHATRONICZNYCH W ROLNICTWIE
12,13-05-2020 r.

Proszę zapoznać się z zagadnieniami. Następnie proszę sporządzić krótką notatkę do podanych niżej punktów. Wykonaną pracę proszę przesłać na mój adres mailowy w formie skan lub zdjęcie. Wykonana praca będzie podstawą obecności, będzie oceniana. W razie pytań lub jakichkolwiek trudności proszę o kontakt mailowy lub telefoniczny (tel. 530 630 395). Jeśli ktoś ma zaległe pracę proszę również w miarę możliwości przesłać.

Temat: Tachometry

1. *Tachometry*
2. *Prądnica tachometryczna*
3. *Tachometr cyfrowy*
4. *Czujnik podczerwieni PIR*
5. *Czujnik siły*
6. *Czujniki i przetworniki ciśnienia*

Efekty pracy (skany lub zdjęcia) proszę przesłać na mój adres mailowy:

szpilapiotr@radymno.edu.pl

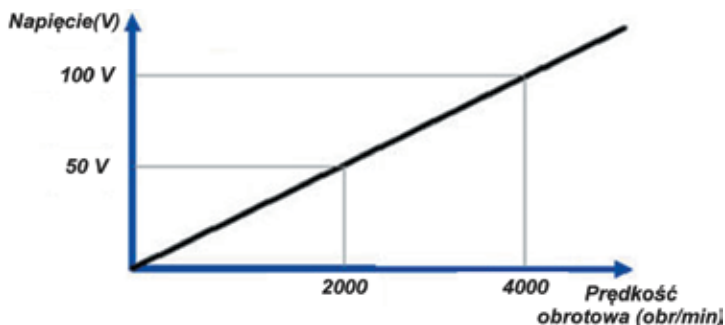
Termin: 17-05-2020 r

Pozdrawiam serdecznie

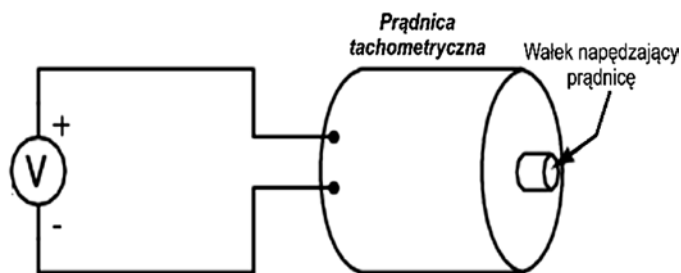
Piotr Szpila

Tachometry - urządzenia przeznaczone do pomiaru prędkości poruszającego się ciała. Mogą być budowane, jako urządzenia analogowe lub cyfrowe. Tachometry analogowe wykorzystują do wytwarzania sygnału prędkości. Tachometry cyfrowe najczęściej wykorzystują czujniki zbliżeniowe umieszczone na obracającym się wałku. Prędkość obrotowa w tych urządzeniach wyznaczana jest przez zliczanie impulsów w jednostce czasu. Obecnie do budowy tachometrów w większości przypadków, jako czujniki wykorzystywane są, enkodery.

Prędnica tachometryczna (tachometr analogowy) - jest analogowym przetwornikiem prędkości kinetycznej. Zasada pracy polega na skorelowaniu prędkości kinetycznej wałka tachometru z napięciem przez niego wytworzonym. Zasada jego pracy jest, zbliżona do pracy prędnicy. Ze względu na budowę można wyróżnić tachometry pracujące, jako prędnice prądu stałego (DC) lub zmiennego (AC).



a)



b)

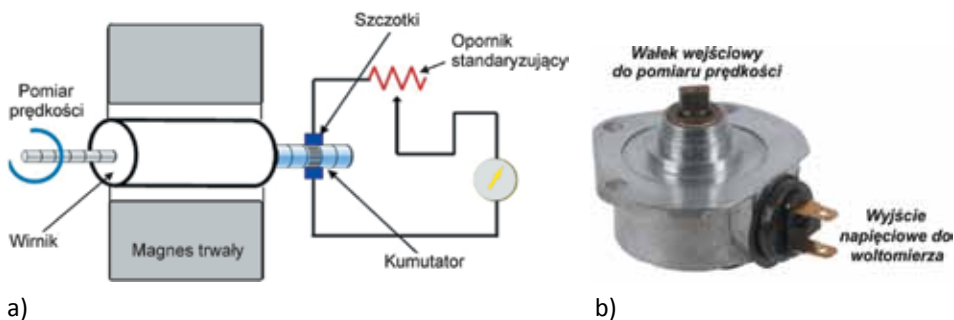
Woltomierz wyskalowany w obrotach na minutę

a) funkcja przetwarzania prądniczy tachometrycznej, b) schemat tachometrycznego układu pomiaru prędkości.

Napięcie wytworzone na wyjściu tachometru V_0 jest proporcjonalne do prędkości kątowej wałka tachometru ω_0 i opisane jest wzorem, noszącym nazwę funkcji przetwarzania: . Stała A_v , nazywana jest, stałą tachometru. Techniczne rozwiązanie wykorzystania prądniczy tachometrycznej przedstawiono na

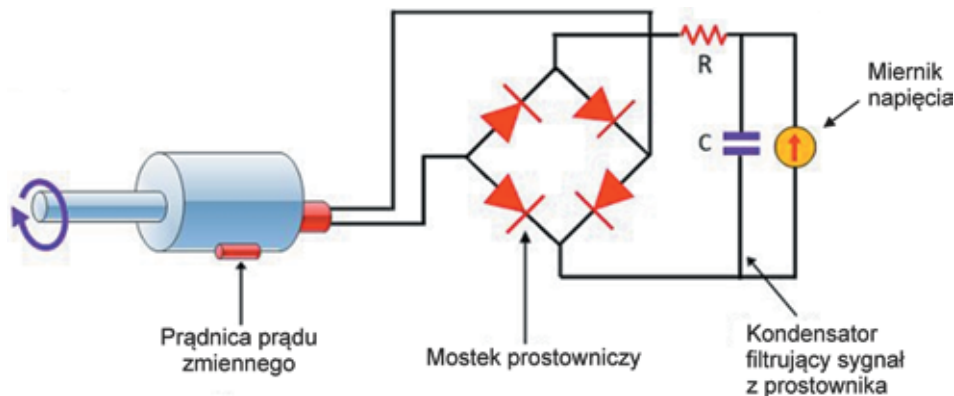
. Napięcie wytworzone w prądniczy jest mierzone woltomierzem wyskalowanym w jednostkach prędkości. W ogromnej większości przyrządów pomiarowych wykorzystujących prądniczy tachometrycznej, na obrotomierzu można odczytać wartości prędkości obrotowej (n), wyrażonej w obrotach na minutę. Odstępstwo od przedstawienia prędkości w jednostkach układu SI, jakimi są radiany/s, wynika z lepszego odbioru wielkości obr/min, przez użytkowników niż odczytywana wartość prędkości kątowej (ω). Zależność pomiędzy prędkością kątową ω (rad/s) i prędkością obrotową opisuje równanie: $n = \frac{60}{2\pi} \cdot \omega$ (obr/min).

Tachometr prądu stałego (DC), zbudowany jest z magnesu stałego, kumutatora, szczotek, rezystora o zmiennej oporności i dołączonego woltomierza wyskalowanego w jednostkach prędkości obrotowej.



Zasada pracy tachometru analogowego wykorzystującego prądnice prądu stałego, a – schemat elektryczny, b – widok przykładowej prądnicy tachometrycznej.

Twornik prądnicy obraca się w stałym polu magnetycznym. Obrót twornika wytwarza napięcie w uzwojeniach. Komutator łącząc odpowiednie bieguny powoduje pojawienie się na wyjściu prądnicy tachometrycznej stałego napięcia. Polaryzacja napięcia wyjściowego zależy od kierunku obrotu wału twornika.



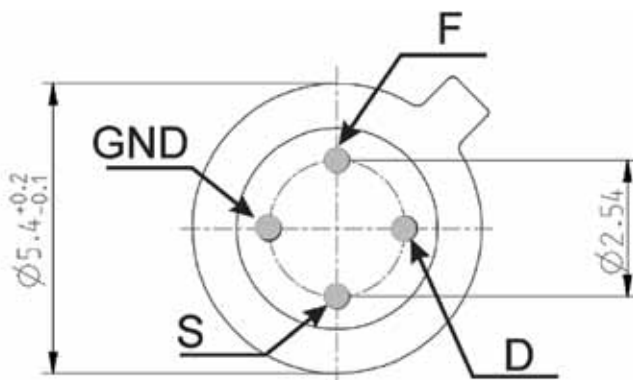
Schemat elektryczny tachometru prądu zmiennego.

Tachometr prądu zmiennego (AC) ze względu na budowę nie posiada komutatora, dzięki czemu unika się jednego z problemów związanych z jego obsługą jakim jest ograniczenie maksymalnej prędkości obrotowej. Wielkością wyjściową z prądnicy prądu zmiennego jest napięcie i częstotliwość, które są zależne od prędkości obrotowej wałka prądnicy. W celu wytworzenia napięcia stałego stosowany jest mostek prostowniczy z zespołem filtracyjnym. Podstawową wadą prądnic tachometrycznych AC jest ich nieliniowa charakterystyka. Dlatego współczesne prądnice tachometryczne wyposażone są w układy kompensacji nieliniowości.

Tachometr cyfrowy – wykorzystuje układy liczników, zliczające liczbę odebranych impulsów w ciągu jednostki czasu. Wadą tego rozwiązania jest konieczność zmiany algorytmu pracy w przypadku pomiaru niewielkich prędkości. Encoder optyczny

Zadanie: Zakładając liniową charakterystykę tachometru, wyznaczyć stałą przetwarzania prędkości tachometrycznej jeżeli przy prędkości obrotowej $n_1 = 500$ obr/min wartość napięcia wyjściowego wynosi $V_1 = 5$ V, zaś przy prędkości obrotowej $n_2 = 1500$ obr/min, wartość napięcia wyjściowego wynosi $V_2 = 10$ V. Zakres pomiarowy prędkości wynosi od 50 obr/min do 10000 obr/min.

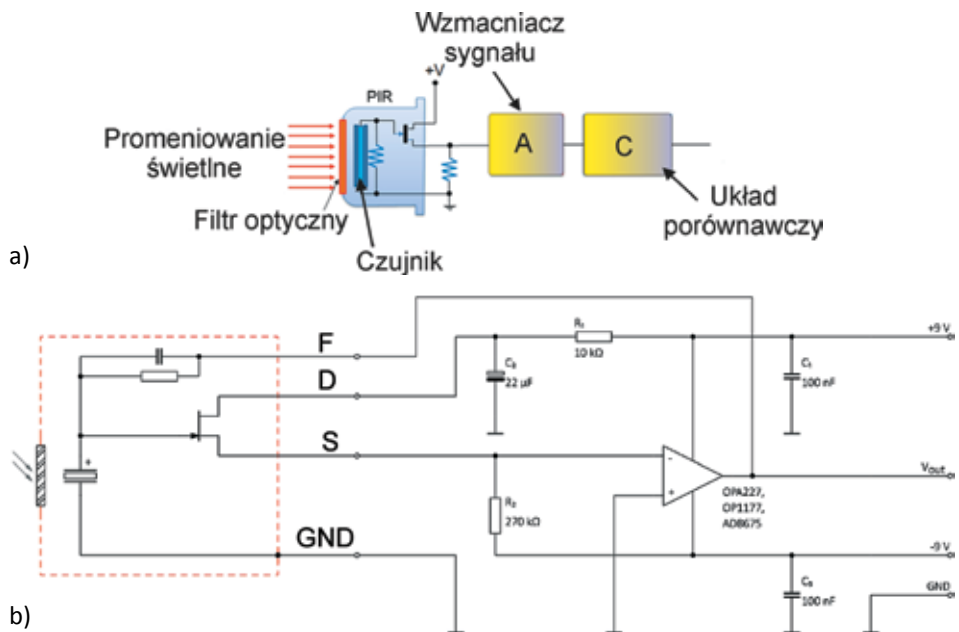
Czujnik podczerwieni PIR (Pasive Infra Red) – czujnik wrażliwy na działanie promieniowania podczerwonego. Wykorzystuje właściwości tantalek litu jako materiału wykrywającego zmiany promieniowania IR. W obecności pola elektrycznego, kiedy materiał zostanie ogrzany przez promieniowanie IR następuje uporządkowanie (polaryzacja) wewnątrz struktury dipolowej. w celu zwiększenia selektywności czujników, sygnał docierający do czujnika jest wstępnie filtrowany przez materiał zatrzymujący inne długości fal elektromagnetycznych.



Widok i układ połączeń czujnika PIR. Oznaczenia: GND – masa, F – sprzężenie zwrotne z wzmacniacza, umożliwia ustalenie progu działania, S – sygnał wyjściowy, D – zasilanie (+).

Z funkcjonalnego punktu widzenia zmiana wartości promieniowania docierającego do czujnika powoduje zmianę pojemności układu i zmianę częstotliwości pracy. Zmiana częstotliwości może być przetworzona na zmianę np. napięcia wyjściowego z czujnika. Czujnik PIR zbudowany jest z sensora PIR umieszczonego w obwodzie rezonansowym. W rzeczywistości czujnik PIR,

jest w obudowie, w której znajduje się okienko z zamontowanym filtrem przepuszczającym promieniowanie podczerwone (IR). Dodatkowo standaryzację sygnału wyjściowego z czujnika zapewniają wzmacniacz i układ komparatora (porównawczy). Zadaniem komparatora jest porównanie napięcia przychodzącego z czujnika PIR, z zadaniem napięciem progowym. Komparator porównuje dwa napięcia wejściowe, jeżeli napięcie z czujnika PIR będzie wyższe od zadanego, to na wyjściu komparatora pojawi się napięcie zbliżone do napięcia zasilania, czujnik wyśle sygnał wykrycia zmiany natężenia promieniowania IR. Jeżeli napięcie wychodzące z układu rezonansowego czujnika PIR będzie niższe niż napięcie porównawcze, to na wyjściu układu pojawi się napięcie bliskie wartości ujemnego bieguna zasilania i czujnik nie wyśle sygnału.



Zasada działania przetwornika PIR, a) zasada działania przetwornika podczerwieni, b) schemat układu porównawczego (komparatora), umieszczonego w przetworniku PIR.

Czujniki PIR wykorzystywane są w układach wykrywających ogień, lub przegrzanie elementów roboczych maszyn, miernikach wskaźnika NVDI. Również można je wykorzystać w zespołach pozycjonowania lub czujnikach osiągnięcia temperatury pracy przez systemy katalityczne.

Czujniki siły

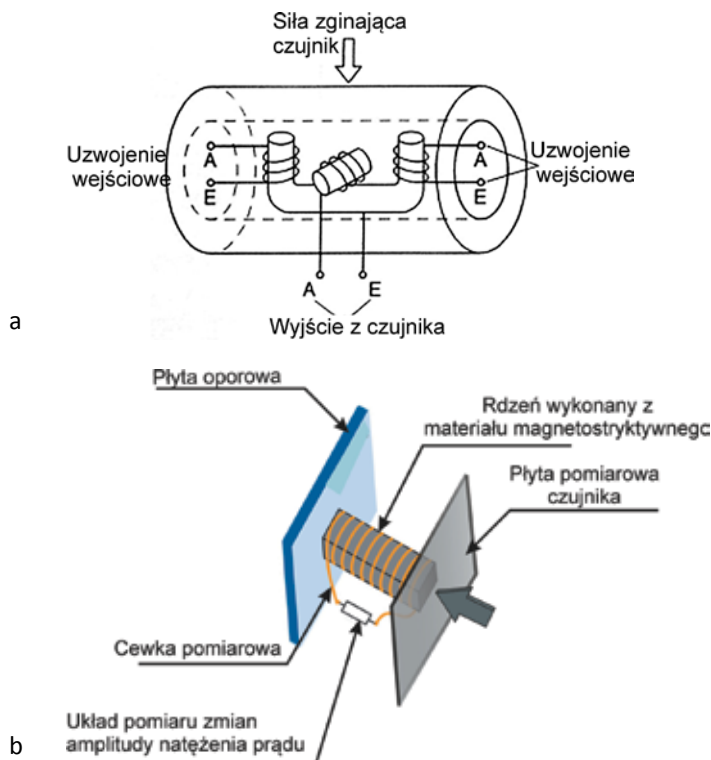
W systemach mechatronicznych określenie wartości sił występującej w układzie mechanicznym jest jednym z podstawowych zagadnień. Ponieważ pewna grupa czujników i przetworników siły stosowana jest do budowy urządzeń mierzących ciśnienie, dlatego zostaną one omówione w dalszej części książki, przy opisie czujników ciśnienia. Specyficzną grupę urządzeń pomiarowych, stanowią czujniki pomiaru siły, w trójpunktowym układzie zawieszenia (TUZ) narzędzi. Ze względu na specyfikę obciążeń TUZ, czujniki te muszą posiadać szeroki zakres pomiarowy oraz znaczną odporność na przeciążenia. Obecnie jednym z częściej stosowanych rozwiązań wykorzystywanych do budowy tego typu czujników, jest zespolone stosowanie czujnika siły zintegrowanego z przetwornikiem analogowym. W tego typu czujnikach do pomiaru wielkości mierzonej wykorzystywany jest efekt magnetomechaniczny, nazywane efektem Villary'ego. Zjawisko, to polega na zaburzeniu jednorodności pola magnetycznego wytwarzanego przez prąd płynący w cewce, w wyniku jej odkształcenia. Ze względu na wysoką czułość, efekt Villarego jest podstawą do budowy wszelkiego typu przetworników siły i momentu obrotowego.

Czujnik tego typu, zbudowany jest z rdzenia wykonanego z materiału mającego właściwości magnetostrykcyjne (stopy Fe, Ni, Co, Tb, Dy), na którym umieszczono trzy cewki. Przez dwie cewki przepływa prąd zmienny. W cewce pomiarowej, w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej, wytwarzane jest pewne napięcie. Odkształcenie, rdzenia powodują zmianę przebiegu strumienia magnetycznego, co indukuje zmianę napięcia w cewce pomiarowej, która to zmiana jest następnie wzmacniana i przesyłana, jako sygnał wyjściowy. W zastosowaniach przemysłowych, czujniki wykorzystujące materiały magnetostrykcyjne stanowią poważną konkurencję dla czujników piezoelektrycznych.

Uwaga: Właściwości magnetostrykcyjne polegają na odkształcaniu się materiału pod wpływem pola magnetycznego. W czujnikach wykorzystywane jest zjawisko odwrotne, polegające na zmianie wartości pola magnetycznego w wyniku odkształcenia materiału.

Na rysunku przedstawiono budowę i zasadę działania czujnika pomiaru plonu w kombajnie zbożowym, wykorzystującego efekt Villary'ego. Pręt o właściwościach magnetostrykcyjnych zamocowany jest do płyty oporowej, przytwierdzonej do ściany przenośnika ziarna. Druga strona pręta wyposażona jest w płytę pomiarową. Ziarno uderzając o płytę pomiarową, powoduje przenoszenie siły na pręt pomiarowy. Odkształcenie pręta pomiarowego, powoduje przy każdym uderzeniu ziarna, zmianę jego właściwości magnetycznych. W efekcie prąd przepływający przez cewkę nawiniętą na pręt

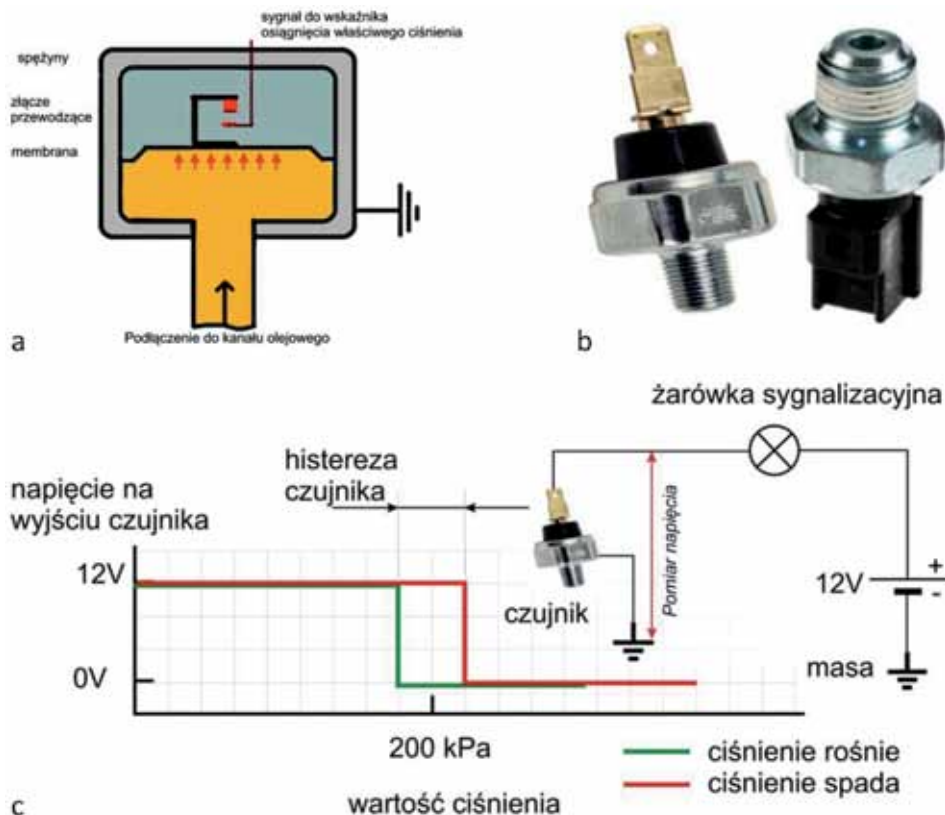
cie, zmienia swoją amplitudę drgań. Każde ziarno uderzając o płytę powoduje chwilową zmianę amplitudy drgań. Jeżeli w miejsce opornika, zamontowany zostanie licznik sumujący, ile razy amplituda uległa zmianie, wtedy można określić liczbę uderzeń o płytę pomiarową. Na podstawie tej liczby można oszacować ilość zboża przesyłanego przez przenośnik.



Schemat i zasada działania czujnika siły wykorzystującego efekt Villary’ego, a – zasada pracy czujnika siły, b – wykorzystanie czujnika siły do pomiaru liczby impulsów siły wywieranych przez materiał.

Czujniki i przetworniki ciśnienia, służą do pomiaru ciśnienia gazów i cieczy. Czujniki ciśnienia cieczy stosowane są w różnych urządzeniach wyposażonych w motory lub siłowniki hydrauliczne. Przetworniki ciśnienia wyposażone są zwykle w czujniki mechaniczne (membrana, mieszek), podłączone do przetwornika elektrycznego. Ze względu na cenę czujniki ciśnienia są dostępne, przede wszystkim, jako czujniki mechaniczne lub czujniki mechaniczno-elektryczne. Jednym z najstarszych rozwiązań czujników pomiaru ciśnienia są czujniki membranowe lub mieszkowe wyposażone w element stykowy. Są to czujniki dwustanowe, które w stanie normalnym, bez dostarczenia ciśnienia

cieczy do wejścia czujnika, są czujnikami zwartymi. Wzrost ciśnienia medium naciskającego na membranę powoduje jej przemieszczenie i rozwarcie styku przymocowanego do membrany. W wyniku, czego następuje rozwarcie obwodu elektrycznego i sygnalizacja osiągnięcia określonej wartości ciśnienia w obwodzie.



Stykowy dwustanowy, czujnik ciśnienia., a – przekrój i zasada działania, b – widok kompletnego czujnika, c – schemat obwodu elektrycznego i przebieg sygnału wyjściowego z czujnika.

Stykowe przetworniki mechaniczne charakteryzują się stosunkowo wysoką histerezą pomiarową. Z tego względu, są coraz rzadziej wykorzystywane w urządzeniach wymagających dokładnej sygnalizacji przekroczenia zakładanego ciśnienia cieczy w monitorowanym układzie. Nie mniej, ze względu na niską cenę i wysoką niezawodność, można często spotkać w układach pomiaru ciśnienia oleju w silnikach spalinowych.

Ponieważ czujnik stykowy wskazuje tylko przejście pomiędzy pewną określoną wartością ciśnienia, nie może być wykorzystywany w systemach,

których zadaniem jest odczyt jego wartości. W grupie przetworników umożliwiających pomiar wartości ciśnienia stosowane są:

- potencjometryczne, wykorzystujące potencjometr elektryczny do przetwarzania ciśnienia w sygnał pomiarowy,
- wyposażone w przetwornik magnetoelektryczny (LDVT),
- wykorzystujące przetworniki piezo-krystaliczne,
- pojemnościowe.