

charakteryzować się wysoką impedancją (opornością) wejściową. Zgodnie z prawem Ohma, napięcie na wejściu wzmacniacza jakie się pojawi w chwili pojawienia się ładunku elektrycznego Q wynosi: $U = \frac{Q}{C}$. Gdzie R – jest opornością wejściową wzmacniacza, zaś t – jest czasem przepływu ładunku elektrycznego. Wysoka wartość oporności wejściowej, najczęściej jest osiągnięta przez umieszczenie wewnątrz przetwornika, krótkich przewodów o wysokiej impedancji. Ze względu na małą wartość ładunku wytwarzanego przez kryształ, w kablach i połączeniach należy utrzymywać wysoką rezystancję izolacji, aby uniknąć upływności ładunku do masy przetwornika.

Podstawową funkcją wzmacniacza ładunku elektrycznego jest przekształcenie dzięki wysokiej impedancji wejściowej, stosunkowo małego ładunku elektrycznego na użyteczny sygnał napięciowy. Niestety nawet w przypadku zastosowania izolacji o wysokiej rezystancji elektrycznej, ładunek elektryczny jest powoli rozpraszany, zjawisko to nazywane jest upływnością elektryczną. Szybkość, z jaką zanika ładunek elektryczny, zależy od rezystancji izolacji elektrycznej. Dlatego czujniki tego typu nadają się do pomiarów szybkich zmian ciśnienia. Graniczna częstotliwość zmian ciśnienia możliwa do zarejestrowania przez współczesne przetworniki piezoelektryczne wykorzystywane do pomiaru zmian ciśnienia nie przekracza 80 kHz.

Przetworniki pojemnościowe (capacitive pressure sensor) – Pojemnościowe przetworniki ciśnienia wykorzystują zmianę pojemności elektrycznej kondensatora pomiarowego. W przetwornikach tego typu czujnikiem jest kondensator, którego jedną z okładzin stanowi cienka membrana. Mierzone ciśnienie powoduje odchylenie membrany, powodując zmianę odległości pomiędzy okładzinami kondensatora, wpływając na jego pojemność wyjściową. Zmiana pojemności w zależności od przemieszczenia membrany może mieć charakter liniowy lub nieliniowy. Wynosi ona zazwyczaj nie więcej niż kilku pikofaradów przy całkowitej pojemności kondensatora pomiarowego wynoszącej 50-100 pF. Zmiana pojemności może być wykorzystana do sterowania częstotliwością oscylatora lub do zmiany przełożenia w cewce pomiarowej prądu zmiennego. Elektronika do kondycjonowania sygnału pomiarowego powinna znajdować się blisko elementu czujnika, aby zapobiec błędom spowodowanym rozproszeniem pojemności. Pojemność kondensatora z płytą równoległą opisana jest następującym równaniem:

Gdzie A – stanowi powierzchnię okładzin kondensatora, d – jest odległością pomiędzy płytkami ϵ_0 , – jest przenikalnością elektryczną próżni ϵ_d , opisuje względną przenikalność elektryczna izolatora, dla próżni wartość $\epsilon_d = 1$.

czujnika indukcyjnego, wytwarzającego pole elektromagnetyczne czujnik pojemnościowy wytwarza pole elektrostatyczne. Zmiana pojemności elektrycznej czujnika występująca w chwili zbliżenia elementu pomiarowego do wewnętrznej płyty czujnika ma wpływ na pojemność sprzężenia zwrotnego w obwodzie oscylatora.

W czasie, kiedy wyzwalacz, którym może być nawet fragment śruby umieszczony na obwodzie koła pojazdu, zbliża się do czujników, częstotliwość drgań w układzie rezonansowym przetwornika zwiększają się, aż osiągną poziom progowy i aktywują wyjście, powodując zwarcie biegunów przełącznika umieszczonego w przetworniku. W tym momencie na wyjściu przetwornika pojawia się impuls elektryczny. Tego typu czujniki montowane są w ciągnikach rolniczych i wykorzystywane do pomiarów liczby obrotów kół napędowych. Czujniki pojemnościowe są również odpowiednie do bezdotykowego wykrywania ciał stałych wykonanych ze szkła, drewna, metalu, tworzyw sztucznych, materiałów kompozytowych, cieczy i materiałów sypkich.

Przetwornik przyspieszenia

Przetworniki przyspieszenia wykorzystywane są do pomiarów drgań elementów maszyn roboczych lub przypadku oceny stopnia obciążenia urządzeń. W przetworniku tego typu przetworników w ogromnej większości przypadków wykorzystywane czujniki, które są czujnikami bezwładnościowymi. W czujnikach przyspieszenia, na środku elastycznej membrany umieszczona jest masa pomiarowa. Przyspieszenie powoduje powstanie siły bezwładności, która odkształca membranę. Do pomiaru tego odkształcenia można wykorzystać przynajmniej trzy rozwiązania. W pierwszym, w membranę w procesie technologicznym wbudowane są elementy piezorezystancyjne. Ich rezystancja zmienia się podczas odkształcania membrany. Sygnałem wyjściowym są zmiany rezystancji elementów piezorezystancyjnych (zwykle czterech w połączeniu mostkowym). Przyrządy tego typu nie weszły jednak do masowej produkcji ze względu na znaczne wymiary (jak na elementy półprzewodnikowe), trudności z umieszczeniem towarzyszącego układu elektronicznego na tej samej płytce krzemowej oraz trudności związanych ze stabilnością i kalibracją.

Drugim sposobem pomiaru przemieszczenia masy pomiarowej i membrany jest potraktowanie ich jako środkowej elektrody kondensatora różnicowego. Generalną zasadę działania przetwornika ilustruje rysunek. W spoczynku pojemności kondensatorów C_1 i C_2 są równe, natomiast, gdy działa siła związana z przyspieszeniem, pojemności te ulegają zmianie.

Jeszcze innym rozwiązaniem miernika przyspieszenia jest umieszczenie masy pomiarowej na kryształach piezoelektrycznych. Masa

umieszczona jest w ten sposób, że jest dociskana do kryształów za pomocą śruby regulacyjnej, ustalającej wstępny nacisk na kryształ. Dzięki czemu możliwy jest pomiar przy dwukierunkowym odkształceniu kryształu. Poddanie przetwornika przyspieszeniu powoduje zmianę siły nacisku masy na kryształ i wytworzenie na powierzchni kryształu ładunków, które są zbierane przez elektrodę i kierowane do wyjścia przetwornika. Najistotniejsze jest to, że cały ten mikromechanizm wytwarzany jest w typowym procesie produkcji układów scalonych. Tym samym zarówno ruchomy czujnik pomiarowy, jak i współpracujące obwody elektroniczne wykonywane są w jednym procesie technologicznym, co znacznie zmniejsza ich rozmiary. Czujniki przyspieszenia budowane są, jako układy wykrywające przyspieszenie w trzech osiach, w takich przypadkach czujnik 3D składa się z trzech przetworników ustawionych wzdłuż mierzonych osi.

Rozwinięciem funkcjonalnym czujników przyspieszenia są czujniki żyroskopowe. Różnica pomiędzy czujnikiem przyspieszenia i czujnikiem żyroskopowym polega tym, że czujniki przyspieszenia mierzą przyspieszenie liniowe (określone w mV / a) wzdłuż jednej lub kilku osi. Żyroskop mierzy prędkość i przyspieszenie kątowe (określone w mV / e). Gdzie a – jest wartością przyspieszenia liniowego, e – jest wartością przyspieszenia kąтового.

Przetworniki przyspieszenia i żyroskopowe, znalazły szerokie zastosowanie we współczesnych rozwiązaniach rolniczych. Jednym z zastosowań jest wykorzystanie czujnika do pomiaru kąta pochylenia pojazdu i maszyny w czasie prac polowych prowadzonych na zboczach. Pomiar pochylenia ciągnika lub maszyny, koniecznym jest do wprowadzenia poprawki do systemu prowadzenia równoległego pojazdu.

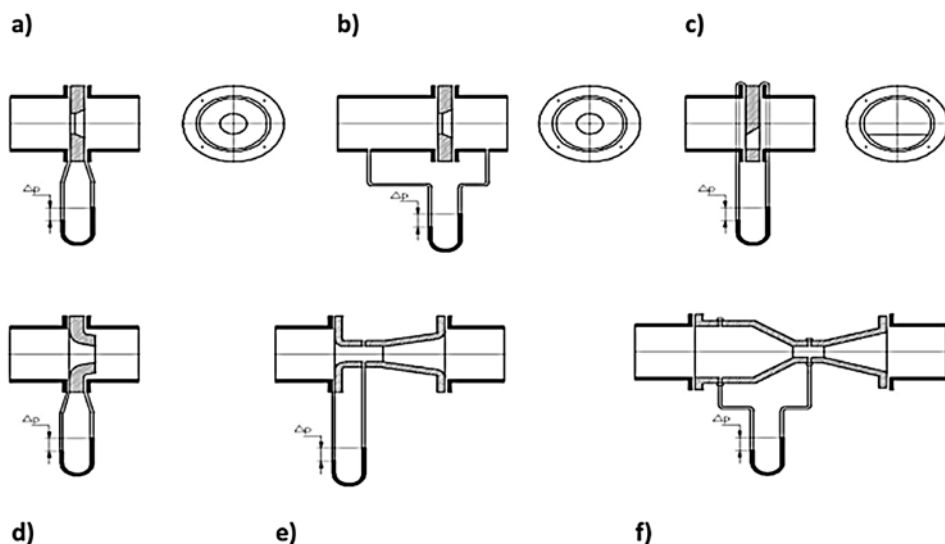
Akcelerometr jest szczególną odmianą czujnika żyroskopowego, w tym przypadku służy do pomiaru kąta nachylenia przetwornika w stosunku do wektora siły grawitacji Ziemi. Ze względu na zasadę pomiaru akcelerometru jego wskazania są niestety często zakłócone przez naturalne zmiany kierunku jazdy i drgania poprzeczne. Przez co, uzyskana informacja o nachyleniu może być nieprecyzyjna. Jak wspomniano wcześniej, żyroskop jest urządzeniem mierzącym mogącym mierzyć prędkość kątową (w stopniach na sekundę), a zatem może być używany do wykrywania zmiany kąta nachylenia pojazdu w czasie prac na stoku. W celu poprawnego określenia kąta pochylenia maszyn pracujących na pochyłościach, wymagane jest stosowanie zarówno czujników przyspieszenia, jak i żyroskopu. Generalnie zasada jest taka, że dla pomiaru statycznego kąta nachylenia używany jest czujnik przyspieszenia, a żyroskop służy do kompensacji przemieszczeń kątowych ciągnika, widocznych, jako sygnał nakładający się na sygnał uzyskany z akcelerometru, dzięki czemu możliwe jest prowadzenie dynamicznych pomiarów nachylenia pojazdu.

Na rysunku przedstawiono schemat elektryczny opornościowego panelu dotykowego. Napięcie zasilania wynoszące zazwyczaj 5V (standard TTL) doprowadzone jest do złącza A i C. Z drugiej strony panelu znajdują się złącza B i D połączone z biegunem ujemnym (masą). Górna warstwa oznaczona, E jest podłączona z miernikiem napięcia. Podłączenie miernika napięcia do górnej warstwy, charakteryzującego się wysoką opornością wejściową, oznacza, że przez warstwę E praktycznie nie płynie prąd. Jeżeli panel nie zostanie naciśnięty, spadek napięcia pomiędzy punktami A-B i C-D jest taki sam i wynosi 5V. Wyznaczenie położenia wciśniętego punktu na ekranie od lewej krawędzi ekranu (oznaczonego jako X), polega na pomiarze spadku napięcia pomiędzy linią zasilania (A,C) i miejscem zwarcia warstw przewodzących. Naciśnięcie ekranu w środkowej jego części, spowoduje, że napięcie zmierzone na elektrodzie E wyniesie 2,5V. Jeżeli zostanie wciśnięty punkt w odległości $\frac{1}{5}$ długości ekranu od krawędzi AC ($\frac{4}{5}$ odległości od BD), do elektrody E zostanie doprowadzone napięcie 1 V, wynika to z wartości spadku napięcia pomiędzy punktem A i miejscem dotyku warstwy E. Podobnie mierzona jest koordynata współrzędnej Y. Na rysunku umieszczono dokumentację techniczną panelu dotykowego. Umieszczono na nim parametry panelu oraz oznaczenia przyłączy oraz parametry zasilania.

Dokumentacja techniczno ruchowa monitora dotykowego.

Pozostałe wielkości występujące w przedstawianym wyżej wzorze, to Δp – jest polem powierzchni otworu w zwężce, C – współczynnik przepływu, zależnym od wartości liczby Reynoldsa i wartości przewężenia, ρ – jest gęstością mierzonej cieczy.

Zmierzone wartości różnicy ciśnienia zależą również od budowy kryzy i lepkości przepływającej cieczy. Dlatego do pomiarów stosowanych jest kilka rozwiązań konstrukcyjnych kryz, które przedstawione są na rysunku



Rodzaje kryz pomiarowych stosowanych w przepływomierzach:
 a – kryza ISA z pomiarem przytarczowym, b – kryza ISA z pomiarem D i D/2,
 c – kryza segmentowa, d – dysza ISA, e – dysza Venturiego, e – zwężka Venturiego.

Przetwornik turbinowy – jest miernikiem do pomiaru objętości przepływającego medium. Najczęściej stosowany jest do pomiaru natężenia przepływu cieczy o niskiej lepkości lub gazu. W porównaniu do przepływomierza zwężkowego miernik turbinowy jest miernikiem o wyższej dokładności. W przypadku pomiaru przepływu cieczy, przy wysokich prędkości przepływu, osiągnane błędy pomiarowe nie przekraczają 0,3%. Turbinowy przetwornik pomiarowy składa się z wirnika umieszczonego wewnątrz kanału przepływowego zintegrowanego z zewnętrznym licznikiem obrotów. Pomiar natężenia przepływu cieczy polega na pomiarze prędkości obrotowej wirnika. Jako czujnik zliczający prędkość obrotową wirnika stosowane są najczęściej opisywane wcześniej, zbliżeniowe czujnik pojemnościowe lub indukcyjne.

