

Czujniki optyczne nowej generacji firmy TEXAS INSTRUMENTS

W artykule przedstawiamy trzy nowe rodziny półprzewodnikowych elementów światłoczułych, które są produkowane przez amerykańską firmę Texas Instruments w ramach linii Intelligent Opto Sensors. Są to niezwykle uniwersalne i łatwe w stosowaniu podzespoły, jeszcze stosunkowo mało znane na naszym rynku. Wszystko wskazuje jednak na możliwość zdominowania przez nie rynku czujników promieniowania widzialnego i podczerwonego.

Texas Instruments w ramach serii Intelligent Opto Sensors produkuje trzy podstawowe grupy elementów:

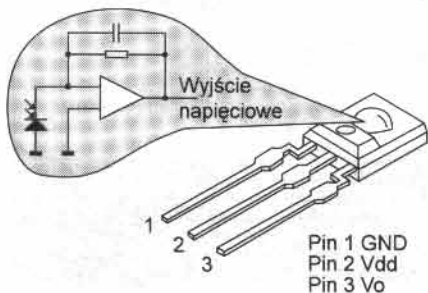
- czujniki natężenia padającego światła z wyjściem napięciowym (napięcie wyjściowe jest proporcjonalne do natężenia padającego na fotoelement światła),
- czujniki natężenia padającego światła z wyjściem impulsowym (częstotliwość sygnału wyjściowego jest proporcjonalna do natężenia padającego światła),
- liniijkowe czujniki optyczne o różnej ilości elementów aktywnych.

Obszar zastosowań tych czujników jest niezwykle szeroki - od pomiaru natężenia promieniowania o szerokim zakresie długości fali, poprzez układy zdalnego sterowania, bezprzewodowe tory transmisji sygnałów (np. akustycznych), układy pomiaru zmiętnienia cieczy, odległości itp.

Wszystkie elementy wykonywane są w nowoczesnej technologii LinCMOS, stanowiącej zastrzeżone rozwiązanie Texas Instruments.

Czujniki z wyjściem napięciowym

Budowę wnętrza typowego układu i widok obudowy stosowanej dla tej rodziny przedstawia rys.1. Jak widać elementem de-

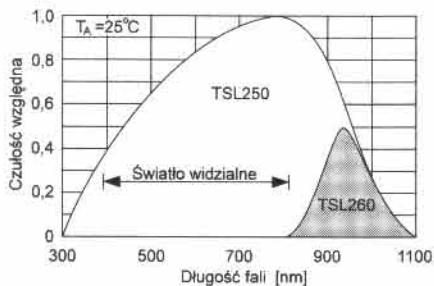


Rys. 1.

tecyjnym jest fotodioda, dołączona do wejścia wzmacniacza operacyjnego z prostym filtrem. Zadaniem wzmacniacza jest konwersja prądu diody na napięcie, stanowiące sygnał wyjściowy czujnika.

Produkowane są dwie grupy tego typu czujników:

- TSL250/251/252, przystosowane do pracy z promieniowaniem elektromagnetycznym z zakresu 300..1100nm (pokrywa więc zakres światła widzialnego). Obudowa czujnika nie ma wbudowanego żadnego filtra optycznego,
- TSL260/261/262, zoptymalizowana do pracy w zakresie podczerwieni. Obudowa czujników wykonana została z tworzywa speł-

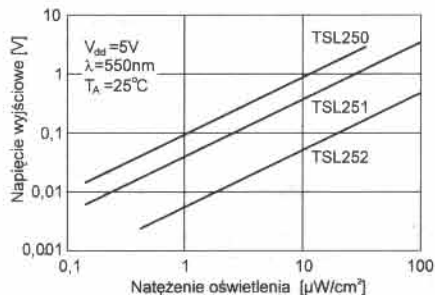


Rys. 2.

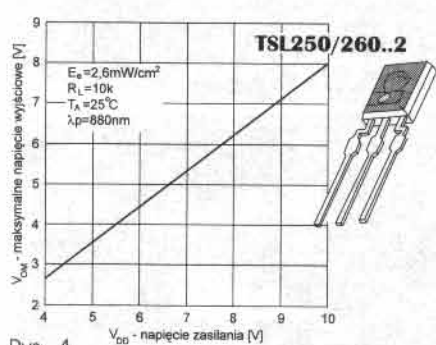
niającego rolę filtra pasmowo przepustowego dla promieniowania IR.

Uprozczone charakterystyki czułości widmowej podstawowych typów czujników przedstawia rys.2.

Elementy w poszczególnych grupach różnią się między sobą czułością oraz maksymalną szybkością reakcji na zmianę sygnału wejściowego. Układ TSL250 charakteryzuje się czułością rzędu $25\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (dla $U_{wy}=2\text{V}$), przy szybkości zmiany sygnału na wyjściu wzmacniacza (od U_{min} .. U_{max}) ok. $360\mu\text{s}$. W przypadku czujnika TSL251 czułość wynosi ok. $45\mu\text{W}/\text{cm}^2$, czas narastania sygnału na wyjściu ok. $90\mu\text{s}$. Najszybszy ($tr=7\mu\text{s}$) czujnik - TSL252 jest jednocześnie najmniej



Rys. 3.



Rys. 4.

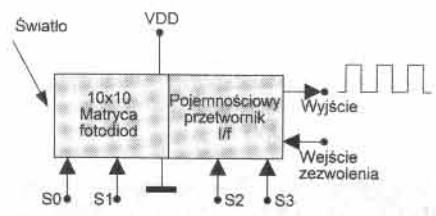
czuły ($285\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Na rys.3 przedstawiono wykres zależności pomiędzy napięciem wyjściowym dla każdego z układów TSL25X, a natężeniem padającego na fotoelement światła.

Czujniki mogą być zasilane napięciem z zakresu 3..9V i pobierają przy tym ok. 0.8mA prądu. W zależności od napięcia zasilania napięcie wyjściowe zmienia się liniowo, będąc funkcją natężenia padającego promieniowania, zgodnie z wykresem przedstawionym na rys.4.

Na rys.5 przedstawiono przykładową aplikację czujnika TSL262 w torze podczerwieni aktywnej.

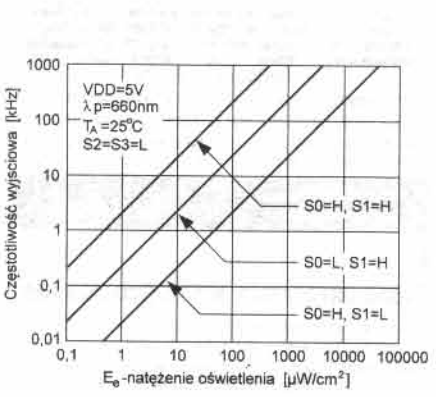
Czujniki z wyjściem impulsowym

Są to czujniki idealnie nadające się do zastosowań w różnego rodzaju cyfrowych systemach pomiarowych. Dzięki zintegrowaniu we wnętrzu jednej struktury półprze-

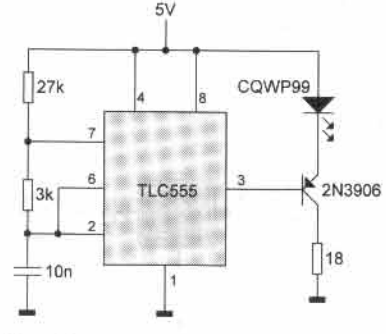


Rys. 6.

wodnikowej elementów światłoczułych, wzmacniacza pomiarowego i przetwornika prąd - częstotliwości o dużej liniowości przetwarzania, czujniki te charakteryzuje stabilność i duża dokładność dokonywanego pomiaru.



Rys. 7.



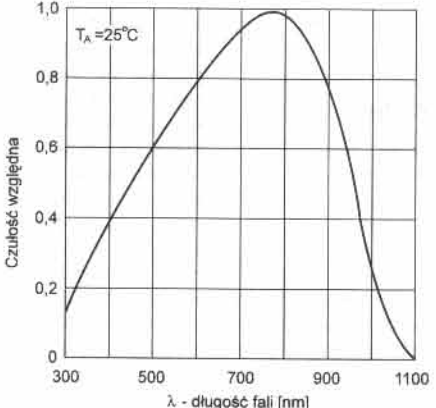
Rys. 5.

Najstarszym członkiem tej rodziny czujników jest układ TSL220. Montowany jest on w obudowie DIL8, wykonanej z przezroczystego tworzywa sztucznego. Powierzchnia wbudowanej w jego wnętrzu fotodiody wynosi 4.13mm^2 , co zapewnia dużą czułość i rozdzielczość pomiaru. Jak deklaruje producent układu przetwornika wyjściowy reaguje na zmiany oświetlenia rzędu 0.01% całego zakresu przetwarzania, co umożliwia detekcję niewielkiej zmiany zmętnienia badanej cieczy, czy też zmianę długości padającej na czujnik fali elektromagnetycznej. Czujnik TSL220 wymaga stosowania zewnętrznego kondensatora, przy którego pomocy ustala się zakres przetwarzania. Musi to być kondensator o dobrych, stabilnych parametrach, ponieważ zmiany jego pojemności wpływają dość istotnie na wynik pomiaru.

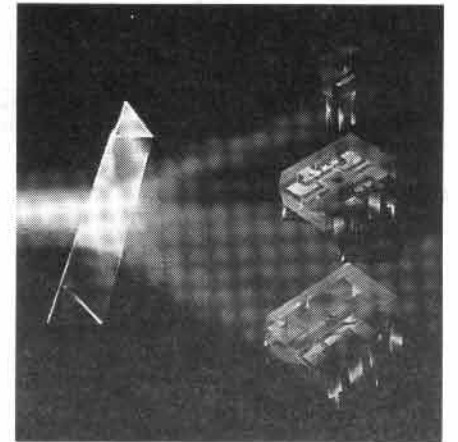
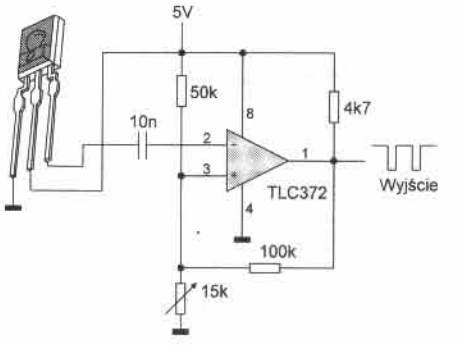
Wady tej jest pozbawiony „młodszy brat” czujnika TSL220, oznaczony TSL230(A/B). Jest on ponadto wyposażony w cztery wejścia programujące (rys.6):

- S0 i S1, które pozwalają ustalić wzmocnienie stopnia wejściowego wzmacniacza w zakresie x1, x10, x100, a także ustawić tryb pracy Power Down,
- S2 i S3, które ustalają stopień podziału częstotliwości z wyjścia przetwornika prąd - częstotliwość na 1, 2, 100 lub 1000. Łatwo więc można dostosować częstotliwość wyjściową do wymagań zastosowanego układu pomiarowego. Dodatkowym wyposażeniem układu TSL230 jest wejście zezwalające !OE, które uaktywnia bufor wyjściowy.

Na rys.7 przedstawiona została charakterystyka zależności pomiędzy natężeniem padającego światła a częstotliwością wyjściową z uwzględnieniem różnych nastaw na wejściach programujących S0, S1.



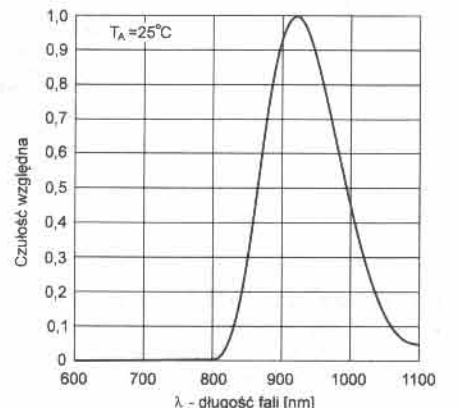
Rys. 8.



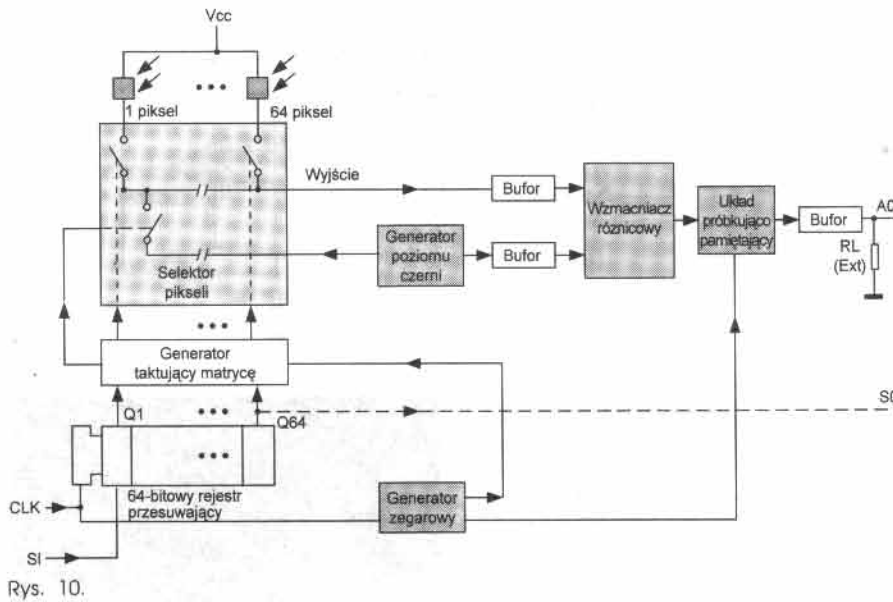
Wszystkie wejścia i wyjścia czujnika TSL230 są kompatybilne ze standardem TTL. Napięcie zasilania układu może się zmieniać w zakresie 2.7..6V, a pobór prądu nie przekracza 3mA w stanie aktywnym i ok. 10μA w trybie Power Down.

Mniej uniwersalną budowę mają czujniki TSL235 i TSL245. Są one montowane w trzynóżkowej obudowie z wbudowaną soczewką i nie wymagają stosowania żadnych elementów zewnętrznych. Układ TSL235 jest dostosowany do pomiarów natężenia promieniowania o różnych długościach fali (rys.8). Nieco inną charakterystykę czułości widmowej ma czujnik TSL245 (rys.9) - uzyskano ją dzięki zastosowaniu innego tworzywa na obudowie czujnika.

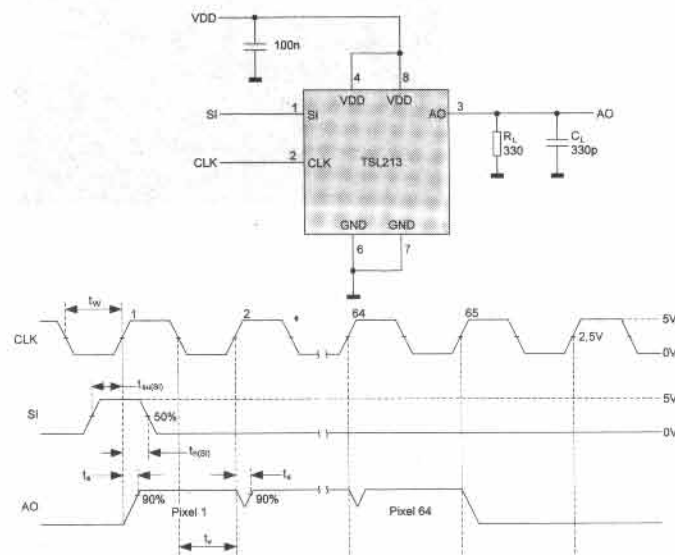
Obydwa czujniki mogą być zasilane napięciem z zakresu 2.7..6V, pobierają ok. 3mA i mają wyjścia zgodne ze standardem TTL. Dopuszczalna obciążalność wyjścia wynosi 4mA.



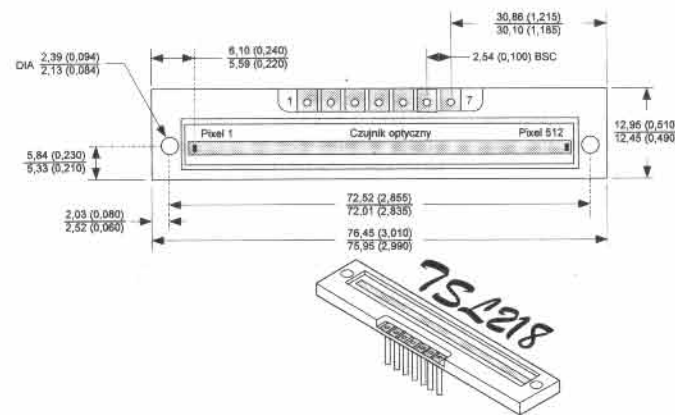
Rys. 9.



Rys. 10.



Rys. 11.



Rys. 12.

Linijkowe czujniki optyczne

Jest to najciekawsza i jednocześnie najmniej popularna, zwłaszcza w zastosowaniach amatorskich, grupa czujników optycznych. W jej ramach dostępne są następujące układy:

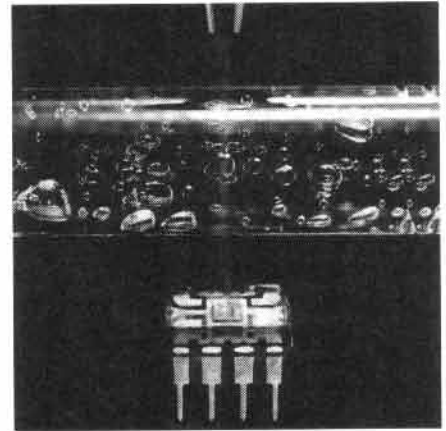
- T S L 2 1 3 i T S L 2 1 4 - czujniki o 64 elementach (pikselach) optycznych,

- T S L 2 1 5 - czujnik o 128 elementach optycznych,
- T S L 2 1 8 - czujnik o 512 elementach optycznych.

Wszystkie czujniki z tej grupy mają zbliżoną budowę wewnętrzną (rys.10) i zasadę działania. Sterowanie pracą matrycy optycznej odbywa się poprzez rejestr przesuwający o długości identycznej z ilością punktów matrycy. Na wyjściu układ otrzymujemy sygnał analogowy o napięciu zależnym od natężenia promieniowania padającego na wybrany w danym momencie piksel czujnika. Selekcji piksela dokonuje się poprzez podanie odpowiedniej ilości impulsów na wejście zegarowe CLK. Dzięki zastosowaniu na wyjściu czujnika wzmacniacza próbkująco - pamiętającego, sterowanego z wyjścia wzmacniacza różnicowego

(który umożliwia odniesienie wartości sygnału mierzonego od poziomu czerni), pomiar jest dokładny w szerokim zakresie natężenia padającego promieniowania.

Czujniki linijkowe mogą zastąpić proste czujniki CCD w układach detekcji krawędzi,



obrotowych detektorach położenia, czujnikach kodów mikropaskowych, itp. Są one znacznie prostsze w sterowaniu, wymagają mniejszej ilości elementów zewnętrznych i pobierają mniej prądu z zasilacza (ok. 9..12mA).

Na rys.11 przedstawiono sposób sterowania najprostszego z czujników paskowych. Pozostałe czujniki zbudowane i sterowane są w niemal identyczny sposób, z wyjątkiem TSL215, który składa się z dwóch niezależnych bloków 1x64 piksele, ułożonych w jeden czujnik o 128 punktach. Każdy z bloków ma niezależne wejście inicjujące pomiar SI, wyjście SO oraz wyjście analogowe AO. Wejście zegarowe dla obydwu bloków jest wspólne.

Czujniki TSL213 montowane są w obudowach DIL8, wykonanych w całości z przezroczystego tworzywa. Czujniki TSL214 i TSL215 montuje się w obudowach DIL14 z wbudowaną przepuszczalną dla światła niewielką szczeliną. Czujniki TSL218 montowane są w niestandardowej obudowie, której widok przedstawiono na rys.12.

Piotr Zbysiński, AVT