

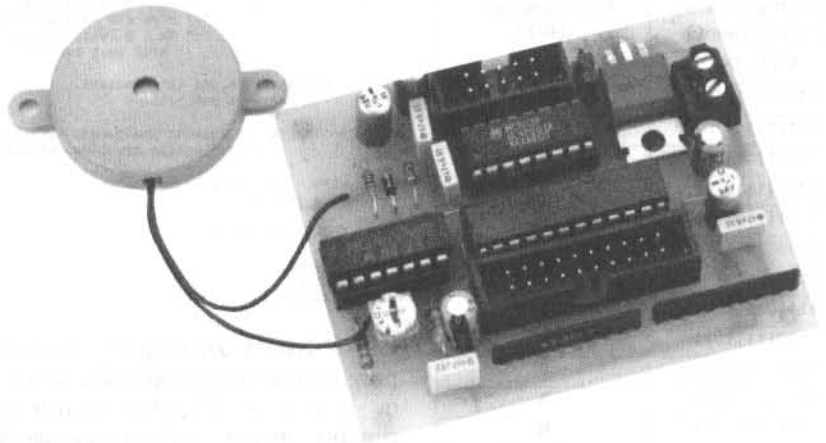
Co potrafią PLD? - projekt 1

Dekoder 12-znakowej klawiatury

kit AVT-163

Oto pierwszy z serii projektów popularyzujących metody projektowania urządzeń elektronicznych z układami PLD. Poprzez cykl „Co potrafią PLD?” chcemy pokazać, że układy programowalne mogą znaleźć wszechstronne zastosowania, dając duże korzyści.

Rozpoczynamy od stosunkowo prostych układów, dokładnie opisanych, z opublikowaną pełną dokumentacją, łącznie z programami napisanymi w CUPL'u. Z czasem sięgniemy po profesjonalne układy większej skali integracji (w planach rodzina MAX5000 firmy ALTERA - co to oznacza w praktyce, wkrótce wyjaśnimy), wszystkie będą (częściowo już są) dostępne w ofercie AVT.



Problemem, jaki chcemy rozwiązać za pomocą projektowanego przez nas układu jest dekodowanie 12-znakowej (zwykłej telefonicznej) klawiatury. Na wyjściu układu w chwili wciśnięcia przycisku powinien pojawić się binarny kod odpowiadający numerowi klawisza. Dodatkowym wymaganiem jest generowanie sygnału strobującego dane wyjściowe oraz stworzenie wewnętrznego, w pełni cyfrowego, mechanizmu likwidującego wpływ drgań styków klawiatury na stan wyjść. Jak widać, wymagań jest sporo - standardowe wykonanie dekodera klawiatury spełniającego podane wymagania to co najmniej 4...6 układów TTL lub CMOS standardowych serii. W naszym projekcie całość (oprócz generatora wzorcowego) zmieści się w jednym układzie.

Charakter pracy układu narzuca jego realizację w postaci automatu sekwencyjnego, czyli synchronizowanego zegarem wyznaczającym podstawową jednostkę czasową w pracy układu.

Po, w miarę precyzyjnym, zdefiniowaniu problemu i wymagań (ważny etap każdego projektu!) należy narysować graf opisujący pracę układu (rys. 1). Jak widać, do zrealizowania wszystkich wymaganych funkcji wystarczą cztery stany:

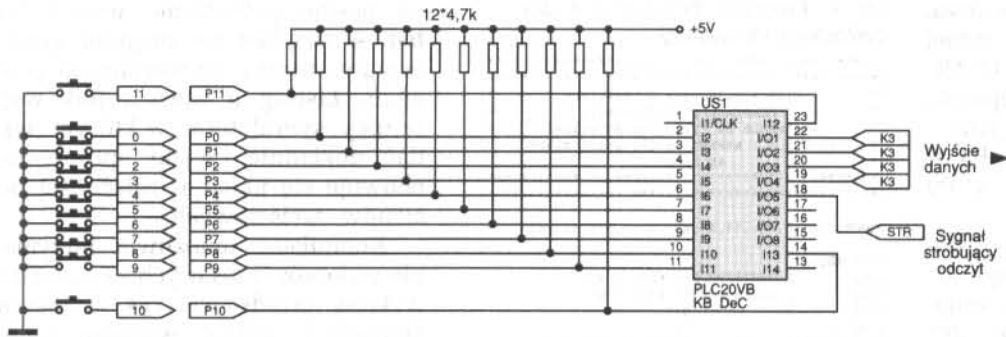
- stan S0, w którym układ oczekuje na wciśnięcie dowolnego klawisza. W chwili wykrycia wciśnięcia dowolnego klawisza układ przechodzi do stanu S1;
- stan S1, w którym podejmowana jest decyzja o tym czy klawisz rzeczywiście został wciśnięty (przechodzi do stanu S2), czy też było to zakłócenie (powrót do stanu S0);
- stan S2, w którym dokonywany jest zapis kodu klawisza na wyjścia danych oraz generowany jest sygnał strobujący STR. Jeżeli klawisz jest cały czas wciśnięty układ pozostaje w stanie S2;
- stan S3, który realizuje generację odstępu czasowego pomiędzy puszczeniem klawisza a przejściem do ponownego stanu oczekiwania S0 (likwidacja odbić styków po puszczeniu klawisza).

Analiza grafu pozwala na dokładne zrozumienie sposobu pracy układu.

Etap wstępny projektu możemy na tym zakończyć - zajmijmy się teraz zapisaniem grafu z rys. 1 w postaci programu w CUPL'u.



Rys. 1. Graf opisujący pracę układu dekodera klawiatury



Rys. 3. Podstawowy schemat aplikacyjny dekodera klawiatury

wy w okno ze szkła kwarcowego, przez które promieniowanie UV mogłoby dotrzeć do zaprogramowanych komórek. Zaletą PLC jest dużo niższy pobór mocy - praktycznie zerowy przy pracy statycznej i niewiele rosnący wraz z częstotliwością (ok. 1mA/MHz).

Opis wyprowadzeń

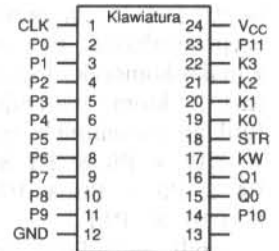
- CLK, wejście zegarowe wyznaczające częstotliwość pracy układu. Każdy zdefiniowany w projekcie stan trwa dokładnie tyle ile okres przebiegu doprowadzonego do wejścia CLK. Częstotliwość przebiegu należy tak dobrać, aby szybkość przeszukiwania klawiatury była odpowiednio wysoka i jednocześnie układ był odporny na drgania styków przycisku. Sprawdzono, że wartość f_{CLK} powinna zawierać się pomiędzy 15Hz a 80Hz. Można oczywiście dowolnie eksperymentować;
- P0..11, są to wejścia przycisków NO. W stanie spoczynku na tych

wejściach powinien być stan „1” (podany zewnętrznie, gdyż wewnątrz układu scalonego nie ma rezystorów podwieszających). Wciśnięcie przycisku powinno wymusić na odpowiednim wejściu „0” logiczne;

- K0..3, wyjścia, na których pojawia się binarny znak określający numer zdekodowanego klawisza. Informacja na to wyjście zostaje wpisana w stanie S2, po weryfikacji czy klawisz jest rzeczywiście wciśnięty;

- STR, wyjście strobowe odczyt danych z wyjść K0..3. Narastające zbocze tego sygnału (można także wykorzystać poziom „1”) oznacza, że dane na wyjściach są ważne;

- Q0..1, wyjścia pola licznika stanów (binarna liczba zapisana na wyjściach Q1, Q0 oznacza numer stanu, w którym aktualnie znajduje się automat). Są to wyjścia pomocnicze, doskonale nadające się do testowania układu, w praktyce



Rys. 4. Wyprowadzenia układu KB_DeC

w standardowych aplikacjach nie wykorzystywane;

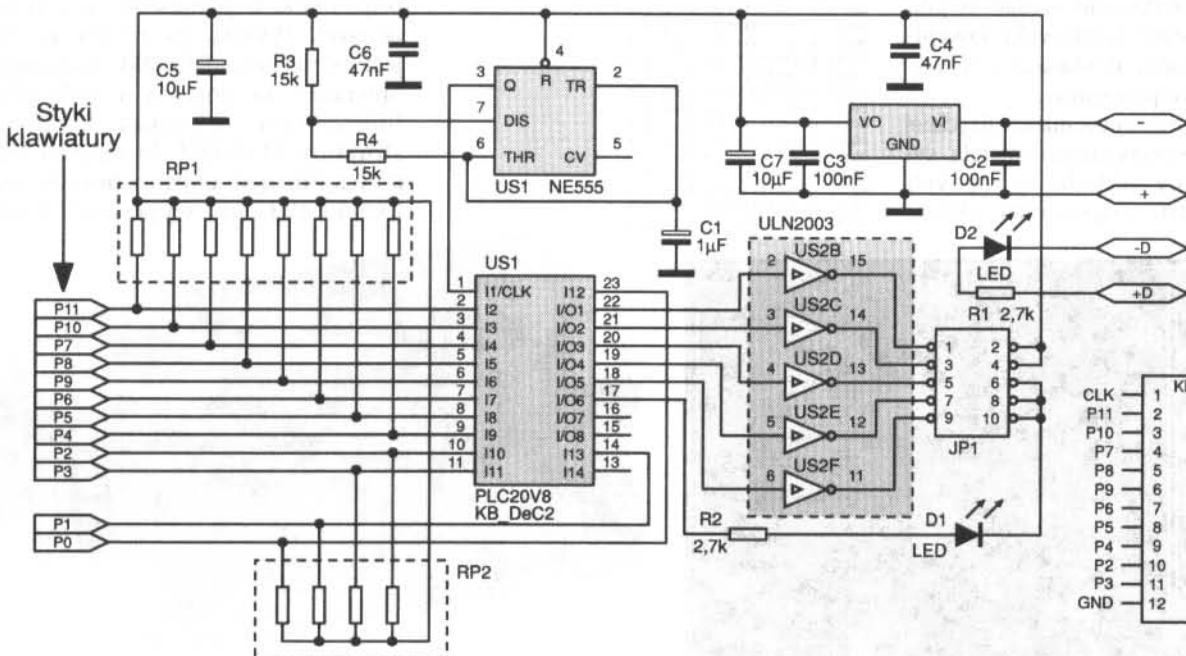
- KW, wyjście zmiennej pomocniczej KW (Klawisz Wciśnięty). Wyjście KW przyjmuje stan „0”, jeżeli któryś z klawiszy jest wciśnięty. W pozostałych przypadkach na KW jest „1”.

Wszystkie stany logiczne „0” oraz „1” odpowiadają stanom TTL.

Na rys. 3 przedstawiono podstawowy schemat aplikacyjny układu KB_Dec, a na rys. 4 wyprowadzenia tego układu.

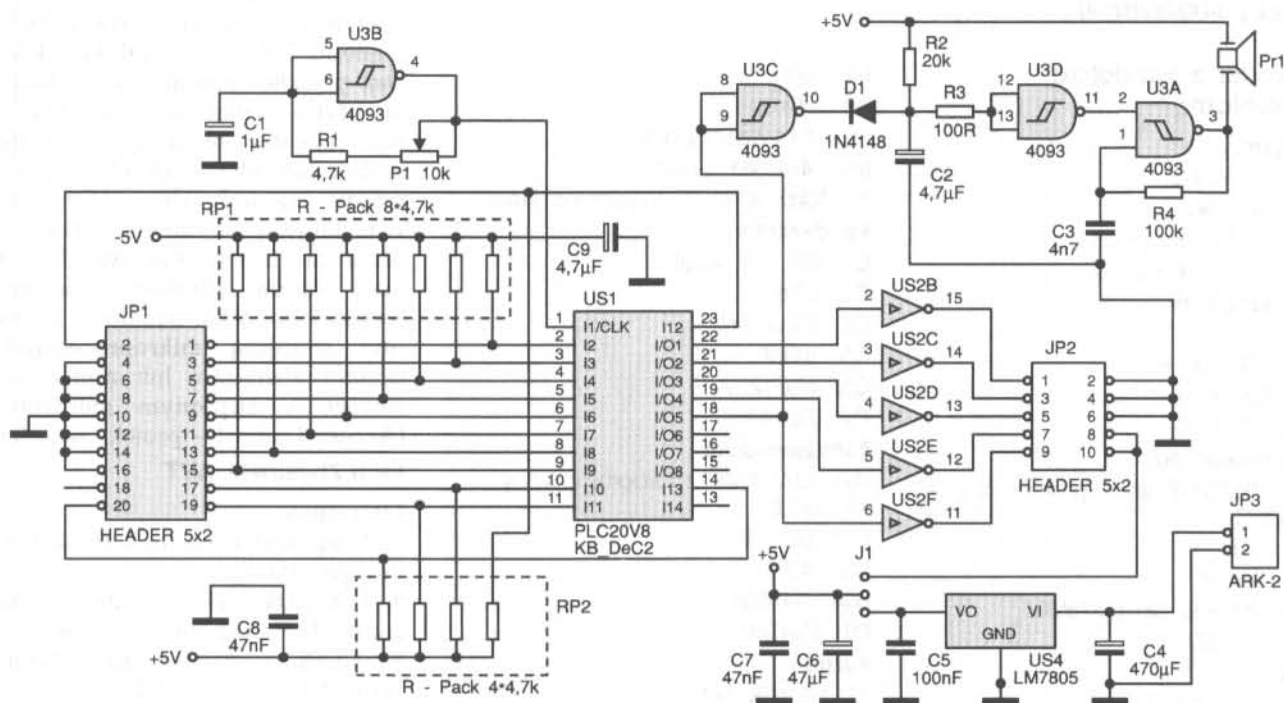
Opis układu

Wykonano dwie wersje dekodera: - na płytce z klawiaturą telefoniczną (schemat na rys. 5). Zastosowano tu nieco zmodyfikowaną wersję układu KB_DeC2 (rys. 6). Różni się ona od standardowego KB_DeC kolejnością wyprowadzeń wejściowych P0..11, dzięki czemu dużo



Rys. 5. Schemat układu montowanego na płytce ze standardową klawiaturą telefoniczną

Rys. 6. Wyprowadzenia układu KB_DeC2



Rys. 7. Schemat elektryczny uniwersalnego dekodera

prostsze okazało się wykonanie płytki drukowanej;

- na płycie ze złączem do podłączenia dowolnej klawiatury lub zespołu styków (schemat na rys. 7).

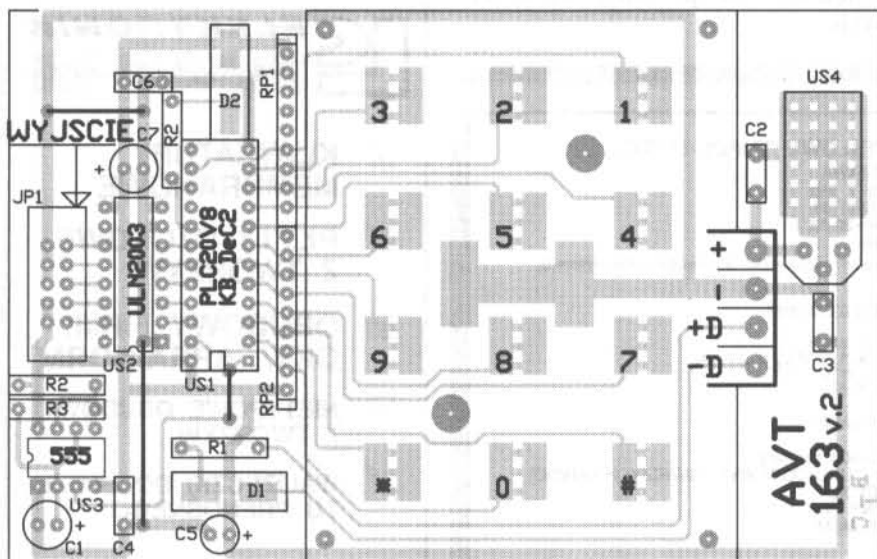
W obydwu przypadkach na wyjściach K0.3 i STR zastosowano układy wzmacniające (ULN2003), dzięki którym nie występuje niebezpieczeństwo uszkodzenia US1. Wzmacniacze mają prąd wyjściowy rzędu 500mA (max.) każdy i wbudowane zabezpieczenia przeciwprzepięciowe - można więc sterować bardzo długie

linie - ich indukcyjność nie stanowi żadnego problemu. Jeżeli dekodery nie będzie wykorzystywany do transmisji sygnałów na większe dystanse (powyżej 3 m), to można nie montować układu wzmacniającego, zamiast niego należy zamontować zworki.

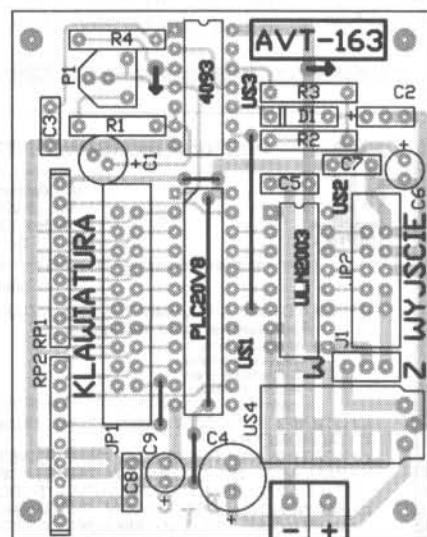
Obydwie wersje są wyposażone w stabilizator napięcia zasilającego w przełączniku w postaci jumpera J1, który służy do selekcji źródła napięcia zasilającego. Zasilanie może być podane na śrubowe złącze

ARK i wtedy stabilizowane jest przez układ LM7805 lub na złącze szpilkowe (10-stykowe), bez stabilizacji wewnętrznej.

W układzie z rys. 5 jako generator wzorcowy zastosowano układ typu 555 (US3), natomiast w drugiej wersji funkcję tę realizuje bramka US3B z poczwórnego przerzutnika Schmitta 4093. Wartość generowanej częstotliwości dobiera się za pomocą potencjometru P1. Jako pewien gadżet w tej wersji wykonano akustyczny generator bramko-



Rys. 8. Rozmieszczenie elementów na płycie z klawiaturą telefoniczną



Rys. 9. Rozmieszczenie elementów na płycie współpracującej z dowolną klawiaturą

WYKAZ ELEMENTÓW

Dekoder z klawiaturą telefoniczną

Rezystory

R1, R2: 2,7k Ω
 R3, R4: 15k Ω
 RP1: 8x4,7k Ω , r-pack
 RP2: 4x4,7k Ω , r-pack

Kondensatory

C1: 1 μ F
 C2, C3: 100nF
 C4, C6: 47nF
 C5, C7: 10 μ F

Półprzewodniki

US1: PLC20V8, zaprogramowany KB_DeC
 US2: ULN2003
 US3: NE555
 US4: LM7805 lub LM78M05
 D1, D2: LED

Różne

JP1: złącze 5x2

Dekoder uniwersalny

Rezystory

R1: 4,7k Ω
 R2: 20k Ω

R3: 100 Ω
 R4: 100k Ω
 RP1: 8x4,7k Ω , r-pack
 RP2: 4x4,7k Ω , r-pack
 P1: 10k Ω ...47k Ω , potencjometr leżący

Kondensatory

C1, C2, C9: 4,7 μ F
 C3: 4,7nF
 C4: 470 μ F/16V
 C5: 100nF
 C6: 47 μ F/25V
 C7, C8: 47nF

Półprzewodniki

US1: GAL20V8, zaprogramowany KB_DeC2
 US2: ULN2003
 US3: 4093
 US4: LM7805
 D1: 1N4148

Różne

J1: zwornik 1x3
 JP1: złącze 10x2
 JP2: złącze 5x2
 JP3: zacisk 2x, typu ARK
 Pr1: sygnalizator piezo

wany impulsem STR. W prostym układzie czasowym US3C, D1, R2, C2 i US3D krótki impuls STR jest trochę wydłużany, tak aby sygnał akustyczny generowany w generatorze US3A był słyszalny.

Warto zwrócić uwagę na fakt że „piknięcie“ generowane jest równolegle z wysłaniem sygnału STR, czyli po dojściu przez automat do stanu S2 (rys. 1). Można więc stwierdzić że sygnał akustyczny ozna-

cza poprawne zdekodowanie wciśniętego klawisza i wystawienie jego numeru na wyjścia danych. Jako przetwornik akustyczny zastosowano membranę z płytką piezoceramiczną produkcji CERAD-u.

Na wkładce przedstawiono widok płytek drukowanych dla obydwu wersji układu, a na **rys. 8 i 9** znajduje się widok rozmieszczenia elementów na płytkach drukowanych.

W układzie wyposażonym w klawiaturę zastosowano klawiaturę od telefonu BRATEK produkcji krajowej, ponadto rozwiązania mechaniczne płytki drukowanej umożliwiają wykorzystanie obudowy od zamka szyfrowego AVT - 49. Otrzymujemy wtedy samodzielną klawiaturę w metalowej obudowie, przystosowaną do przesyłania sygnałów na dość znaczne odległości - można ją wykorzystać jako oddaloną klawiaturę sterującą mikroprocesorowej centrali alarmowej lub zamka szyfrowego o skupionym sterowaniu (Access Control - projekt wkrótce).

Piotr Zbysiński, AVT

Literatura:

1. Integrated Circuits - Book IC13. Philips 1987.
2. GAL Data Book. Lattice Semiconductor Corporation 1990.
3. CUPL - Starter Kit Manual. Logical Devices 1991.
4. Programowalne moduły logiczne w syntezie układów cyfrowych. W. Majewski, T. Łuba, K. Jasiński, B. Zbierzchowski, WKiŁ 1992.