

Co potrafią PLD?

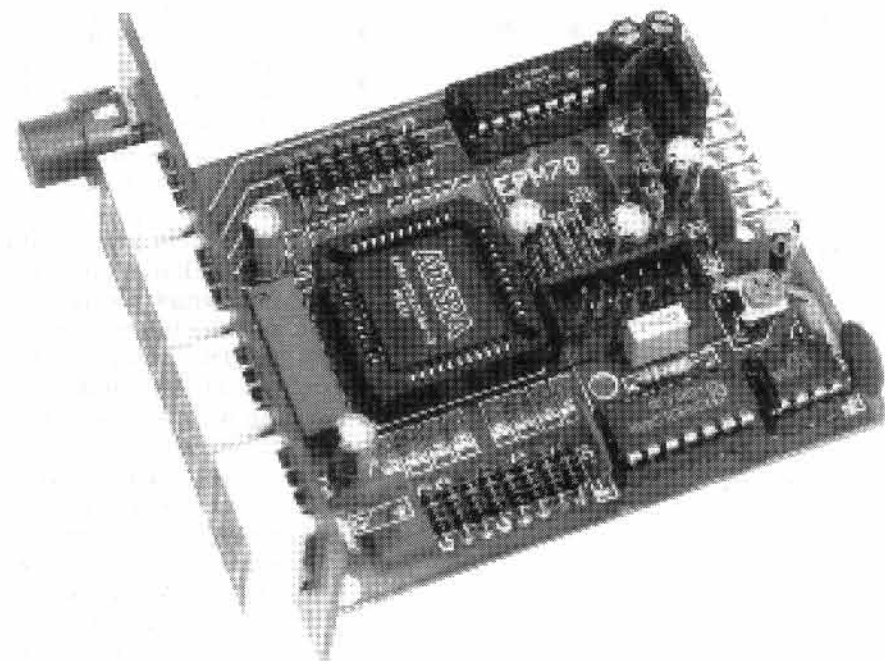
Licznik - timer z układem EPM7032

kit AVT-207

Ostatnia część artykułu przedstawiającego praktyczną realizację dość złożonego projektu w nowoczesnej technologii PLD poświęcona jest praktycznemu zastosowaniu układu opracowanego przez nas w poprzedniej części artykułu. Okazuje się bowiem, że nowoczesna technika cyfrowa stwarza niezwykle możliwości projektantom - w chwili obecnej, dzięki zastosowaniu układów PLD, każdy z nas może się stać konstruktorem wąsko specjalizowanego, rozbudowanego układu cyfrowego zamkniętego w jednej „kostce”.

„Kostkę” już mamy....

Zrealizowany przez nas projekt jest niezwykle dokładnie (oczywiście, zupełnie przypadkowo) dopasowany do możliwości układu EPM7032. Wykorzystano wszystkie makrokomórki, a kompilator oszacował wykorzystanie pozostałych zasobów układu na 97%, co praktycznie wyklucza dodanie cze-
gokolwiek do jego wnętrza. Na rys.12 znajduje się schemat elektryczny timera. Jako driver sterujący katodami wyświetlaczy zastosowany został dekodery TTL 74LS145 (wyjścia OC). Wejścia adresowe tego dekodera zasilane są z dwubitowego licznika wykonanego w oparciu o układ US3. Są to połączone szeregowo dwa przerzutniki D w układzie dwójki liczącej. Na wyjściu tego licznika otrzymujemy dwa sygnały, ozna-

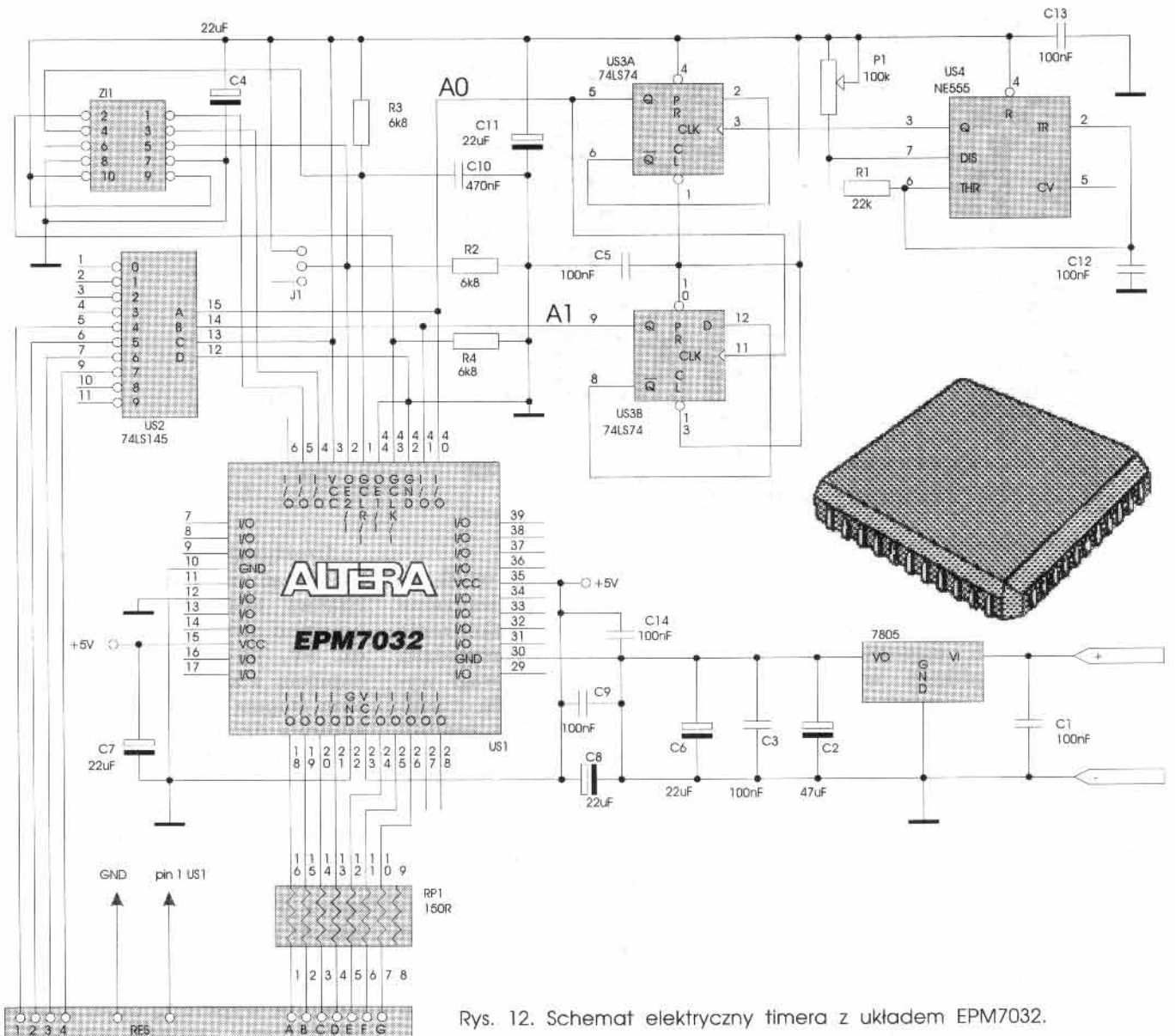


zione jako A0 oraz A1. Służą one do jednoczesnego, synchronicznego z wybraniem cyfry przez US2, adresowania multiplexerów wewnątrz układu US1 poprzez wejścia ADR0 (pin 40 US1) oraz ADR1 (pin 41 US1). Dekoder US2 dekoduje stany wejść adresowych i powoduje załączenie katody wybranej w danej chwili cyfry wskaźnika do masy. Układ całkujący R3, C10 odpowiada za skasowanie liczników timera po włączeniu zasilania. Generator wyznaczający tempo wyświetlania cyfr wykonano w oparciu o bardzo popularny timer typu 555 (US4). Przy pomocy potencjometra P1 możliwe jest dobranie częstotliwości generowanego przebiegu, w zależności od własnych upodobań. W pewnym stopniu możliwe jest także regulowanie jasności świecenia

wskaźników. Główne ograniczenie w przeprowadzaniu tej regulacji w pełnym zakresie wynika ze stosunkowo małej wydajności prądowej wyjść układu LS145, co powoduje niedostawianie prądowe wyświetlanych segmentów. Zmniejszanie rezystancji rezystorów w R-Pack'u1 nie poprawi wyraźnie warunków pracy wskaźników. Chcąc zapewnić niezależność pracy timera od zewnętrznego zasilacza w układ wbudowano stabilizator +5V oraz dość rozbudowane filtry pojemnościowe.

Wszystkie istotne z punktu widzenia użytkownika wejścia sterujące pracą timera - licznika wprowadzono na 10-szypilkowe złącze ZWS, dzięki czemu można w prosty sposób dołączyć do układu dowolne elementy sterujące (zewnętrzną klawiaturę, wyjście-





Rys. 12. Schemat elektryczny timera z układem EPM7032.

we układy wykonawcze, itp.).

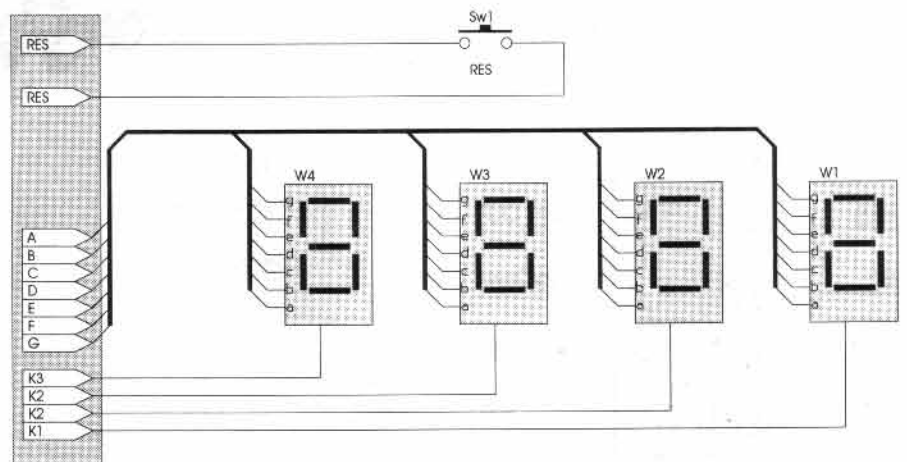
Schemat elektryczny płytki wyświetlacza przedstawia **rys.13**.

Dla osób pragnących dokładniej przeanalizować i kontrolować na bieżąco pracę układu na płytce drukowanej (widok płytki znajduje się na wkładce wewnątrz numeru) przewidziano miejsce na dwa dodatkowe R-Pack'i oraz 16 diod LED przy pomocy których można skontrolować pracę liczników (diody dołączone są bezpośrednio do wyjść D3..0 liczników). Nie jest to wyposażenie niezbędne dla poprawnej pracy timera i dlatego diody nie będą dostarczane wraz z kitem AVT-207. W **tab. 1** zamieszczono zestawienie umożliwiające łatwe zidentyfikowanie znaczenia kolejnych diod LED (oznaczenia zgod-

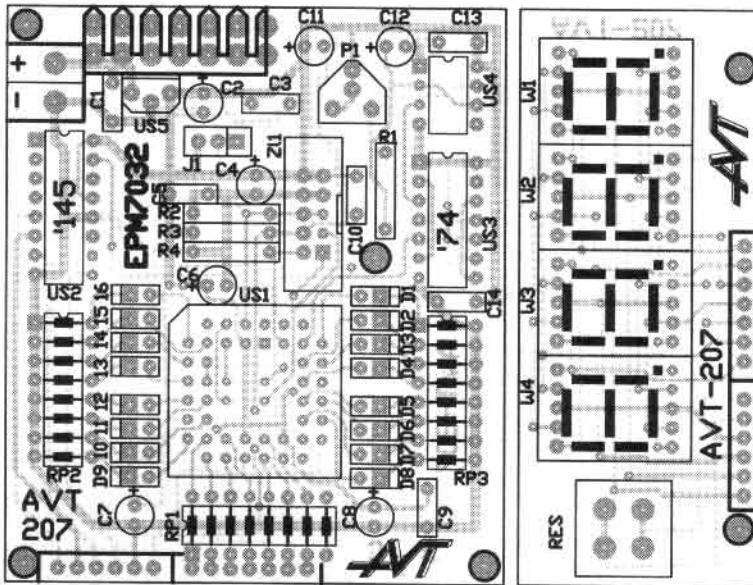
ne z opisem na PCB).

Nie jest to oczywiście jedyna możliwa dla opracowanego przez nas układu aplikacja. Dość elas-

tyczna konstrukcja układu pozwala na szeroki zakres zastosowań - dość łatwe jest wykonanie czterocyfrowego miernika częstotli-



Rys. 13. Schemat elektryczny płytki wyświetlacza.



Rys. 14. Rozmieszczenie elementów na płytce timera.

wości (zbliżonego do AVT-263), miernika obrotów silnika samochodowego lub licznika taśmy do magnetofonu lub magnetowidu. Każda z tych aplikacji wymaga oczywiście „obudowania” układami wspierającymi zaprojektowanej przez nas kostki. Cały czas należy pamiętać o tym, że wykorzystujemy najmniejszy z dostępnych na rynku układów MAX7000, co ogranicza dość istotnie możliwości integracji większej ilości funkcji w jednej strukturze.

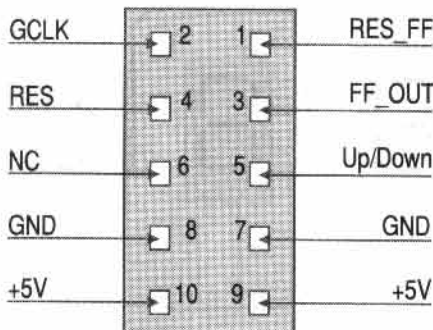
Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawia rys. 14. Przed rozpoczęciem montażu płytki drukowane wyświetlacza i timera należy rozłamać i opiłować np. za pomocą drobnego papieru ściernego. Sam montaż nie jest zbyt trudny - pod układ US1 niezbędna jest podstawka PLCC44 przeznaczona do montażu przewlekane. Podczas instalowania układu w podstawce należy bardzo uważnie kontrolować czy

układ jest równomiernie wciskany w podstawkę. Złe prowadzenie może spowodować uszkodzenie dość delikatnych wyprowadzeń kostki. Jeszcze więcej wymaga wyjmowanie układu z podstawki - praktycznie bez specjalnego ekstraktora lepiej nie próbować demontować układu. Przeprowadzone zostały próby ze specjalnie obrobionym szydełkiem ale po kilku udanych podejściach kostka uległa uszkodzeniu. Uwagi te nie mają na celu odstraszenia Czytelników, ale zwrócenia uwagi na ten, dość często ignorowany, problem. Płytki wyświetlacza i bazową łączymy przy pomocy typowych złożonych złączy szpilkowych, zaagiętych pod kątem 90°.

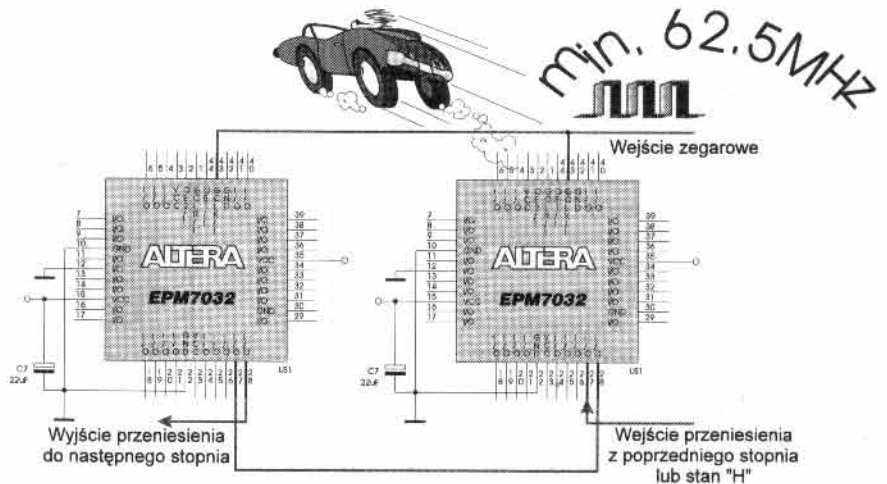
Tab. 1. Przypisanie bitów liczników diodom LED

Oznaczenie diody LED	Numer kolejny licznika	Oznaczenie bitu
D1	1	n3
D2	1	n2
D3	1	n1
D4	1	n0
D5	2	o3
D6	2	o2
D7	2	o1
D8	2	o0
D9	3	p0
D10	3	p1
D11	3	p2
D12	3	p3
D13	4	r0
D14	4	r1
D15	4	r2
D16	4	r3

Uruchomienie układu należy rozpocząć od sprawdzenia stabilizatora US5. Na jego wyjściu powinno utrzymywać się napięcie ok. 5V, po podaniu na wejście napięcia z zakresu 8..12V. Kolejnym etapem uruchomienia będzie kontrola działania oscylatora US4 i 2-bitowego licznika (US3), określającego numer wyświetlanego znaku. Na wyjściu US4 (pin 3) powinna być generowana fala prostokątna o częstotliwości regulowanej przy pomocy potencjometru P1. Na wyjściu Q US3A (pin 5) powinien wystąpić sygnał o dwukrotnie mniejszej częstotliwości i wypełnieniu równym 50%. Na wyjściu Q US3B (pin 9) otrzymujemy sygnał o częstotliwości 4-krotnie mniejszej niż ge-



Rys. 15. Sygnały sterujące dostępne na złączniku Z11.



Rys. 16. Sposób kaskadowego łączenia układów EPM7032 stosowanych w projekcie

Tab.2. Opis funkcjonalny wyprowadzeń US1

Nr pinu	Ozn.	Funkcja
1	RES	Wejście kasujące liczniki. Aktywne dla "0"
2	G/D	Wejście ustalające kierunek zliczania. Dla G/D=1 odbywa się zliczanie do góry, dla G/D=0 w dół
3	Vcc	Zasilanie +5V
4	ff_out	Wyjście przerzutnika wykrywającego ustalenie się na wyjściach liczników stanu "0000". Kasowane sygnałem podawanym na wejście res_ff, niezależnie od liczników
5	res_ff	Wejście kasujące przerzutnik wykrywający "zero" liczników
6	RESERVED	Wejście nie wykorzystane. Nie należy go podłączać!
7	r3	Wyjście bitu 3 licznika nr 4 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
8	r2	Wyjście bitu 2 licznika nr 4 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
9	r1	Wyjście bitu 1 licznika nr 4 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
10	GND	Zasilanie - masa
11	r0	Wyjście bitu 0 licznika nr 4 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
12	blank	Wejście wygaszania wskaźników LED. Wygaszanie następuje dla blank=1. Podczas normalnej pracy blank=0.
13	p3	Wyjście bitu 3 licznika nr 3 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
14	p2	Wyjście bitu 2 licznika nr 3 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
15	Vcc	Zasilanie +5V
16	p1	Wyjście bitu 1 licznika nr 3 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
17	p0	Wyjście bitu 0 licznika nr 3 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
18	a	Wyjście segmentu "a" wskaźnika LED
19	b	Wyjście segmentu "b" wskaźnika LED
20	c	Wyjście segmentu "c" wskaźnika LED
21	d	Wyjście segmentu "d" wskaźnika LED
22	GND	Zasilanie - masa
23	Vcc	Zasilanie +5V
24	e	Wyjście segmentu "e" wskaźnika LED
25	f	Wyjście segmentu "f" wskaźnika LED
26	g	Wyjście segmentu "g" wskaźnika LED
27	cri	Wejście przeniesienia z poprzedniego licznika. Liczniki zliczają jeżeli cri=H
28	cro	Wyjście przeniesienia (aktywne H)
29	RESERVED	Wejście nie wykorzystane. Nie należy go podłączać!
30	GND	Zasilanie - masa
31	o0	Wyjście bitu 0 licznika nr 2 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
32	o1	Wyjście bitu 1 licznika nr 2 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
33	o2	Wyjście bitu 2 licznika nr 2 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
34	o3	Wyjście bitu 3 licznika nr 2 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
35	Vcc	Zasilanie +5V
36	n0	Wyjście bitu 0 licznika nr 1 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
37	n1	Wyjście bitu 1 licznika nr 1 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
38	n2	Wyjście bitu 2 licznika nr 1 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
39	n3	Wyjście bitu 3 licznika nr 1 (można wykorzystać do sterowania diody LED)
40	adr0	Wejście adresowe 2 ⁰ multiplexera wyświetlania
41	adr1	Wejście adresowe 2 ¹ multiplexera wyświetlania
42	GND	Zasilanie - masa
43	clk	Wejście zegarowe (wspólne dla wszystkich liczników). Zliczane są narastające zbocza sygnału zegarowego

nerowany na wyjściu US4. Na koniec można jeszcze sprawdzić (przy pomocy oscyloskopu lub

zwykłego próbnika stanów logicznych), czy na wyjściach 4..7 układu US2 pojawia się „przechodzą-

ce" 0 logiczne, sterujące zapaleniem się kolejnych wyświetlaczy.

Jeżeli wszystkie sygnały będą odpowiadały tutaj opisanym, to wstępne uruchomienie można uznać za zakończone.

Na płycie drukowanej licznika przewidziano miejsce na złącze ZWS, na którego końcówki wyprowadzone są wszystkie istotne dla działania timera sygnały. Są to m.in. sygnał asynchronicznego kasowania liczników, sygnał ustalający kierunek zliczania liczników, sygnał wyjściowy przerzutnika sygnalizującego osiągnięcie przez wszystkie liczniki stanu „0000“, a także sygnały zasilania (masa i +5V). Na rys. 15 znajduje się widok wyprowadzeń złącza ZWS-10, stosowanego w układzie prototypowym. Zworka J1 pozwala na „sprzętowe“ ustalenie kierunku zliczania liczników.

Specyfikacja układu PLD

Wykorzystany w projekcie układ PLD cechują następujące parametry elektryczne:

- napięcie zasilania: +5V,
- pobór prądu w stanie statycznym (bez obciążenia), max: 40mA,
- pobór prądu podczas zliczania (fwe=75MHz, bez obciążenia), max: 65mA,
- obciążalność wyjść w stanie H, max: 30mA (UH=3.3V),
- obciążalność wyjść w stanie L, max: 45mA (UL=0.45V),
- maksymalna, gwarantowana częstotliwość zliczania (z uwzględnieniem wewnętrznych sprzężeń): 62.5MHz,
- poziomy stanów logicznych i obciążalności wyjść odpowiadają standardowi TTL-LS.

W tab.2 zawarto krótki opis funkcjonalny wyprowadzeń układu US1.

Możliwości aplikacyjne

Opisany przez nas układ spełnia rolę 4-cyfrowego licznika z detekcją zerowego stanu liczników. Dzięki zastosowaniu wejść i wyjść przeniesień (cri oraz cro), możliwe jest kaskadowe połączenie kilku układów, dzięki czemu możliwe jest rozbudowanie pola wyświetlającego do 8, 12, 16 lub więcej cyfr. Połączenie takie należy wykonać tak jak pokazano na

WYKAZ ELEMENTÓW LICZNIKA:**Rezystory**

R1: 22k

R2,R3,R4: 6k8

RP1: 150R - R-pack w obudowie DIL14 lub DIL16, ew. 7 pojedynczych rezystorów

P1: 100k - miniaturowy leżący

Kondensatory

C1,C3,C5,C9,C12,C13,C14: 100nF

C2: 47uF/16V

C4,C6,C7,C8,C11: 22uF/16V

C10: 470nF

Półprzewodniki

US1: EPM7032-15 lub -3 zaprogramowany (Altera)

US2: 74LS145 lub podobny

US3: 74LS74 lub podobny

US4: NE555

US5: 7805

Z11: ZWS-10 (męskie)

Różne

J1: Złącze szpilkowe 3x1

WYKAZ ELEMENTÓW PŁYTKI WYŚWIETLACZA

Sw1: RES

W1,W2,W3,W4: LED7-wyświetlacze WK

rys.16. Kaskadowe połączenie czwórek liczników nie obniża maksymalnej częstotliwości wejściowej dla pierwszego stopnia zliczania. Wejście cri pierwszego (od strony wejścia zegarowego) układu liczącego powinno być dołączone do +5V lub dowolnego innego punktu układu o poziomie logicznym H (Uwaga: na schemacie ideowym timera podłączenie wejścia cri do +5V pominięto ale na PCB jest ono wykonane).

Detektor zera można wykorzystać np. do załączania przekaźnika sterującego dowolnym zewnętrznym urządzeniem wykonawczym, które załączamy po odliczeniu określonej ilości czasu (pod warunkiem sterowania wejścia zegarowego impulsami o częstotliwości 1Hz lub innymi uznanymi za wzorzec) lub zliczeniu określonej ilości zdarzeń zewnętrznych. Dzięki wyprowadzeniu niezależnego wejścia kasującego dla przerzutnika stanowiącego pamięć detektora zera, możliwe jest kasowanie go w dowolnie wybranym momencie, niezależnie od pracy licznika.

Piotr Zbysiński, AVT