

# Analizator stanów logicznych

## AVT-5074

PROJEKT  
Z OKŁADKI

*Czy podczas uruchamiania systemu wykonanego na układach cyfrowych miałeś trudności ze zdiagnozowaniem miejsca awarii? Czy próbowałeś za pomocą próbnika stanów logicznych obserwować kilka sygnałów jednocześnie? Takie (ale nie tylko!) problemy rozwiąże prezentowany w artykule prosty przyrząd laboratoryjny, zaprojektowany zgodnie z najnowszymi trendami obowiązującymi w elektronice.*



lokalowy analizator stanów logicznych.

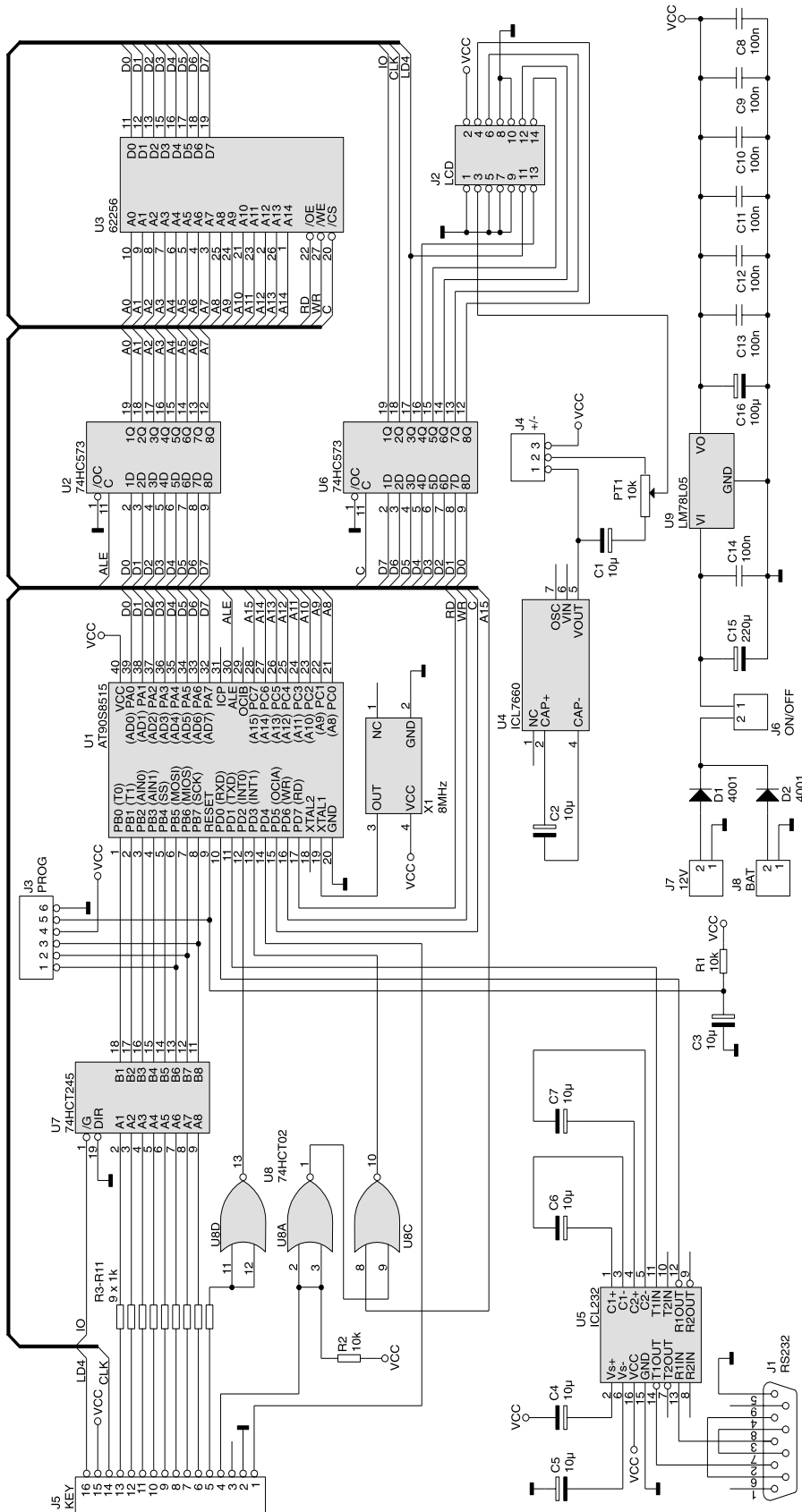
Obecnie można znaleźć na rynku wiele urządzeń tego rodzaju, produkowanych przez mniej lub bardziej renomowane firmy. Ich możliwości pomiarowe są bardzo duże, jednak zazwyczaj cena stanowi przeszkodę niemożliwą do przebycia dla większości amatorów. Jedynym wyjściem w tej sytuacji jest wykonanie we własnym zakresie prostego przyrządu spełniającego funkcję analizatora stanów logicznych. Przed rokiem zbudowałem taki analizator na własne potrzeby i chciałbym teraz przedstawić jego budowę szerszemu gronu czytelników.

Głównym założeniem konstrukcyjnym było uzyskanie poręcznego przyrządu, pracującego autonomicznie (bez konieczności współpracy z komputerem), z możliwie tanich i ogólnie dostępnych pod-

Każdy elektronik budujący cyfrowe układy elektroniczne znalazł się z pewnością w sytuacji, gdy wykonany układ działał nieprawidłowo lub - co gorsza - nie działał wcale. Jak trudne jest wykrycie przyczyny tego niepowodzenia wie każdy, kto choć raz próbował naprawić wadliwie działający układ elektroniczny. Hobbysta zazwyczaj nie posiada skomplikowanej aparatury pomiarowej, a jego wyposażenie jest niejednokrotnie ograniczone do miernika uniwersalnego, lutownicy i zasilacza stabilizowanego. Przy sprawdzaniu prostego układu cyfrowego może to wystarczyć, jednak przy układach bardziej rozbudowanych pomocnym, a czasami wręcz niezbędnym, może okazać się wie-

### Podstawowe dane techniczne

- ✓ liczba kanałów wejściowych: 8,
- ✓ poziomy sygnału wejściowego: TTL, CMOS (5V),
- ✓ odstęp próbkowania sygnału wejściowego: 750 ns, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 μs, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 ms, 1, 2, 5 s,
- ✓ pojemność pamięci próbek: 31 kB,
- ✓ tryby rejestracji: normalny/z porównaniem,
- ✓ wyzwalenie rejestracji: ręczne, zboczem narastającym/opadającym na wejściu TIG, kombinacją stanów logicznych na wejściach (warunek: AND/OR),
- ✓ zakończenie rejestracji: ręczne, przepiętnie pamięci próbek, zebranie określonej liczby próbek, kombinacją stanów logicznych na wejściach (warunek: AND),
- ✓ wyświetlacz: LCD 2\*16 znaków,
- ✓ obsługa: 9 klawiszy,
- ✓ komunikacja z PC poprzez RS232 z szybkością 9600 bodów,
- ✓ zasilanie: 9...12V DC,
- ✓ pobór prądu: 35...40 mA.



Rys. 1. Schemat elektryczny analizatora

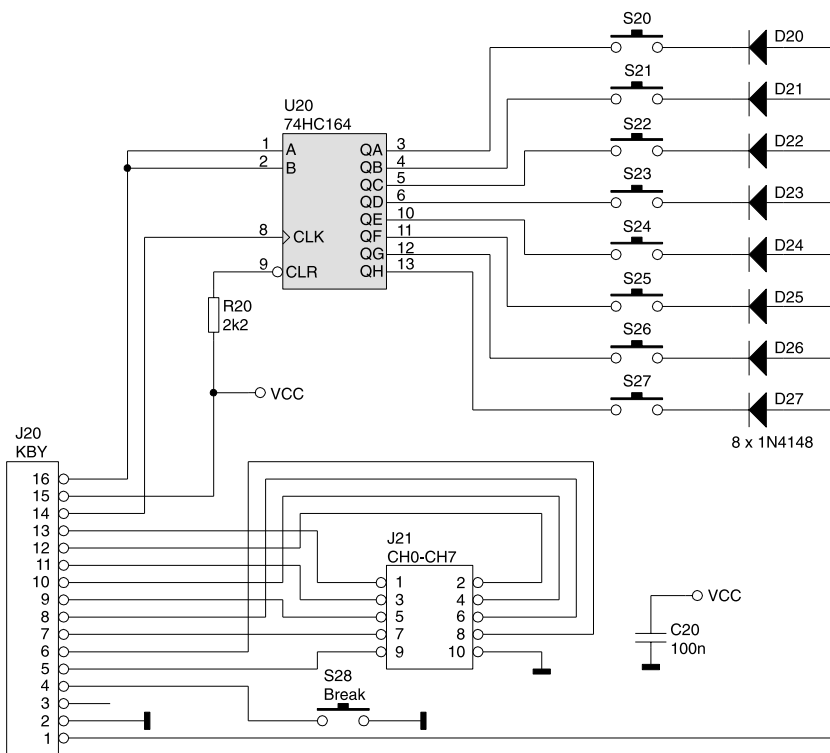
zespołów. Jego parametry na pewno nie są imponujące, ale w amatorskiej praktyce można je uznać za wystarczające.

**Opis układu**

Analizator zbudowano w oparciu o mikrokontroler firmy Atmel typu AT90S8515. Jest to nowo-

czesny mikrokontroler RISC (większość rozkazów wykonywanych jest w pojedynczym cyklu zegarowym), co w połączeniu z dużą częstotliwością taktowania (wynoszącą 8 MHz) zapewnia dużą szybkość jego pracy. Mikrokontroler ma wbudowane 8 kB wewnętrznej pamięci programu typu Flash, 512B wewnętrznej pamięci RAM i 512B pamięci EEPROM. Jego szczególną zaletą (jak również innych mikrokontrolerów z rodziny AVR) jest możliwość łatwego programowania w systemie przez interfejs SPI, do czego wystarcza prosty programator (wiele opisów można znaleźć w czasopiśmie elektronicznych i Internecie). Drugą bardzo użyteczną cechą układów z rodziny AVR jest możliwość bezpłatnego pozyskania (ze strony: [www.atmel.com](http://www.atmel.com)) programu AVR Studio, zawierającego doskonały asembler i symulator mikrokontrolerów AVR. Za pomocą tego właśnie narzędzia zostało przygotowane oprogramowanie sterujące analizatora. Część sprzętowa analizatora składa się z dwóch połączonych ze sobą modułów. Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny modułu płyty głównej, a na rys. 2 schemat płytki klawiatury.

Za pośrednictwem układu U2 do mikrokontrolera U1 jest dołączona zewnętrzna pamięć RAM o pojemności 32 kB (typu 62256). Układ U2 pełni rolę zatrzaśki mniej znaczącej części adresu multipleksowanej szyny danych. Chcąc zwolnić mikrokontroler z programowego sprawdzania przepełnienia zewnętrznej pamięci RAM, a tym samym uzyskać możliwość największą częstotliwość próbkowania, przeniosłem ten obowiązek na część sprzętową analizatora. Mikrokontroler U1 może zaadresować do 64kB pamięci RAM. W układzie analizatora zastosowano jednak tylko jedną pamięć 32 kB, więc końcówkę PC7 mikrokontrolera (pełniącą funkcję najbardziej znaczącego bitu - A15 - 16-bitowej szyny adresowej) dołączono do jednego z wejść bramki U8C. Do drugiego wejścia dołączono poprzez bramkę U8A (spełniająca funkcję inwertera), przycisk ręcznego zatrzymania rejestracji - BREAK. Wyjście bramki U8C połączone



Rys. 2. Schemat elektryczny bloku klawiatury

jest z końcówką PD3 mikrokontrolera (wejście zewnętrznego przerwania INT1). W procedurze obsługującej to przerwanie mikrokontroler może przechwytywać wszystkie próby zapisu do pamięci ponad 32kB i wciśnięcie przycisku BREAK.

Sygnaly z ośmiu kanałów wejściowych CH0...CH7 podawane są ze złącza J21 przez rezystory R3...R10 na układ U7. Rezystory ograniczające R3...R10 wraz z diodami zawartymi w strukturze układu U7 zabezpieczają go przed uszkodzeniem w przypadku pojawienia się zbyt wysokiego lub ujemnego napięcia na wejściach CH0...CH7. Zastosowanie bufora U7 jest niezbędne w celu zabezpieczenia kosztownego mikrokontrolera przed uszkodzeniem w skutek pojawienia się przepięć na wejściach pomiarowych. Dla wejścia wyzwala z boczem (TIG) funkcję zabezpieczającą pełni bramka U8D i rezystor R11.

Liczba linii mikrokontrolera wykorzystanych do obsługi zewnętrznej pamięci RAM i sygnałów wejściowych CH0...CH7 wymusiła potrzebę ich „rozmnóżenia”. Zrealizowano to przez dołączenie do Portu A mikrokontrolera dodatkowego zatrzaśku U6. Jego wejście sterujące C i wejście aktyw-

cji zewnętrznej pamięci CS połączone są z końcówką PD5 mikrokontrolera. Ustawienie na tej końcówce wysokiego poziomu powoduje zablokowanie zewnętrznej pamięci RAM, a przenoszenie ustawień Portu A przez U6. Poziom niski powoduje zatrzaśnięcie wyjścia układu U6 i jednocześnie aktywuje zewnętrzną pamięć RAM. Z wyjść układu U6 sterowany jest wyświetlacz LCD pracujący w trybie czterobitowym i układ U20 (płytką klawiatury) pośredniczący w obsłudze ośmiu przycisków klawiatury. Obsługa klawiatury polega na przesyłaniu „wędrujące” poziomu niskiego do rejestru przesuwowego U20 i późniejszej kontroli poziomu na wyprowadzeniu PD4 mikrokontrolera. Diody D20...D27 separują poszczególne przyciski od siebie i zabezpieczają przed powstaniem konfliktu w przypadku jednoczesnego naciśnięcia kilku przycisków.

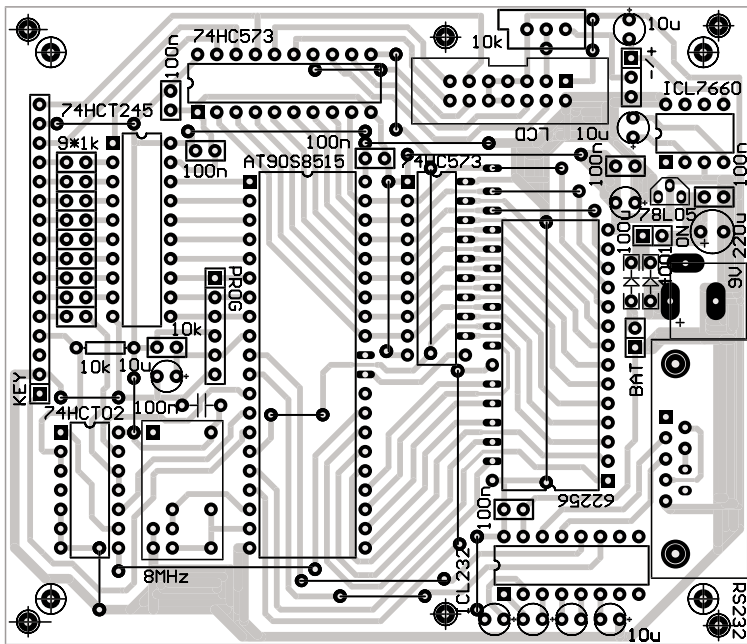
Układ U5, wraz z kondensatorami C4...C7 i gniazdem J1, pośredniczy w pracy interfejsu szeregowego RS232 wykorzystywanego do transmisji zarejestrowanych próbek do komputera. Mikrokontroler taktowany jest sygnałem z generatora kwarcowego o częstotliwości 8 MHz. Generator za-

pewnia dokładniejszą pracę analizatora, jednak znacznie zwiększa zużycie prądu. Analizator może być zasilana z zewnętrznego zasilacza napięciem stałym 9...12 V (dołączonego do gniazda J8) lub z baterii 9 V (dołączonej do gniazda J9). Układy scalone analizatora zasilane są stabilizowanym napięciem +5 V uzyskiwanym z monolitycznego układu w zastępstwie wzajemnie wymagalnego wyświetlacza LCD wymagającego ujemnego napięcia polaryzującego, dlatego konieczne stało się dodanie przetwornicy napięcia. Zrealizowano ją z zastosowaniem układu U4 (ICL7660) i dwóch kondensatorów C1 i C2. Za pomocą gniazda J4 jest możliwy wybór odpowiedniego napięcia polaryzującego. Potencjometr montażowy PT1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza. Gniazdo J3 wykorzystywane było w procesie programowania mikrokontrolera przez interfejs SPI.

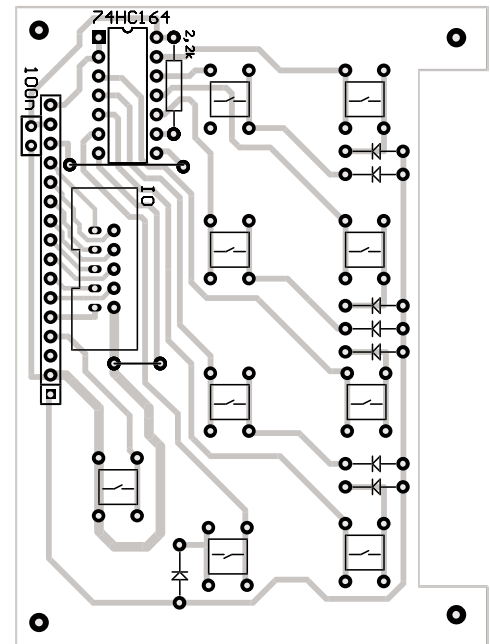
Na etapie projektowania układu i płytki analizatora przewidywałem możliwość jego pracy także w trybie generatora stanów logicznych (sterowanie wejścia DIR układu U7 przez jedno z wyjść układu U6), jednak rozmiar gotowego programu rejestracji i analizy danych (praktycznie pełne 8kB) uniemożliwił zrealizowanie tego planu.

**Montaż i uruchomienie**

Na rys. 3 i 4 przedstawiono schematy montażowe płytek drukowanych wykonanych na laminacie jednostronnym (ich wzory są dostępne CD-EP7, na naszej stronie www.ep.com.pl, wydrukujemy je także na wkładce w sierpniowym wydaniu EP). Płytki zostały z wymiarowane dla typowej, łatwo dostępnej obudowy KM-42N lub KM-35. Połączenie między płytkami zapewnia - od strony płyty głównej - jednorzędowe, szesnastopinowe gniazdo, a od strony płytki klawiatury rząd szesnastu goldpinów wlotowanych od strony druku. Na rys. 5 przedstawiono sposób zamontowania poszczególnych podzespołów przyszytych w obudowie typu KM-42N (z wnętrza której należy wyciąć wszystkie wystające części). Pojemnik na baterie należy wykonać we własnym zakresie z odpowiednio przyciętych i polu-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na bazowej płytce drukowanej analizatora



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej klawiatury

towanych pasków laminatu jednostronnego. Przymocować go do dolnej części obudowy klejem termotopliwym, a baterie dociskać odpowiednio grubym kawałkiem gumy przyklejonej do dolnej strony płytki drukowanej. W egzemplarzu modelowym do zasilania bateryjnego zastosowałem pakiet sześciu połączonych szeregowo baterii typu LR03 (AAA). Pobór prądu z baterii przez analizator jest znaczny, ale przy umiejętnym korzystaniu możliwa jest kilkunastogodzinna praca. W przypadku zamiany generatora kwarcowego na rezonator pobór prądu można ograniczyć o około jedną trzecią. Dodatkowo, po zastąpieniu stabilizatora napięcia typu 78L05 (U9) przez odpowiednik - układ LM2931 (stabilizator napięcia +5V o skrajnie małym spadku napięcia pomiędzy wejściem a wyjściem układ wynoszącym ok. 0,2V) i diody 1N4001 (D2) przez diodę Schottky'ego np. BAT43 lub 1N5817, można przyrząd zasilac z pakietu czterech baterii o łącznym napięciu 6V. Zmniejszy to koszt zakupu baterii, a jednocześnie obniży pobór prądu przez analizator (LM2931 pobiera mniejszy prąd spoczynkowy). Sygnały wejściowe dołączane są do analizatora za pomocą kilkudziesięciocentymetrowego kabla wstążkowego (taśmy) zaopatrzonego w minichwytki.

### Opis działania programu

Do zobrazowania wyników pomiarów zastosowano popularny wyświetlacz 2\*16 znaków. Nie zapewnia on dużego komfortu podczas korzystania z analizatora, jednak jego koszt w porównaniu z najprostszym nawet wyświetlaczem graficznym jest śmiesznie niski. Sterowanie analizatorem odbywa się z dziewięcioprzyciskowej klawiatury, przy czym jeden klawisz BREAK służy tylko do ręcznego zatrzymywania trybu rejestracji, pozostałe są klawiszami funkcyjnymi: *Run*, *Set*, *Ok*, *Esc* i kursorami:  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ . Podczas pracy analizatora wykorzystywane są również kombinacje klawiszy (np. *Set+ $\uparrow$* , *Run+Ok*). Program sterujący składa się z trzech części, tj. *Rejestratora*, *Analizatora* i *Monitora*.

*Rejestrator* odpowiada za gromadzenie, z ustawioną przez użytkownika częstotliwością, w zewnętrznej pamięci RAM stanów logicznych występujących na wejściach pomiarowych CH0...CH7. Drugą ważną funkcją jest sprawdzanie warunków wyzwolenia i przerwania trybu rejestracji danych. Na rejestrowane próbki przypada 31 kB pamięci RAM - pozostały 1 kB wykorzystywany jest na inne cele. Rejestrator może utworzyć w wolnej pamięci do ośmiu niezależnych banków próbek.

Dla każdego z banków można ustalić następujące parametry:

- nadać czteroznakową nazwę (plus automatyczny numer banku),
- ustawić aktywne kanały pomiarowe (z trzyznakowymi identyfikatorami),
- wybrać okres, z jakim będą próbkowane wejścia,
- określić warunek wyzwolenia rejestracji,
- określić warunek zakończenia rejestracji,
- ustawić opcję pracy rejestratora z porównaniem lub bez.

Krótką nazwą identyfikuje zgromadzone w danym banku próbki. Aktywacja kanałów pomiarowych umożliwia wyłączenie tych, które pozostają niewykorzystane w danej sytuacji pomiarowej (nie mają wpływu na proces rejestracji i nie są zobrazowane na wyświetlaczu). Kanałom pomiarowym można nadać trzyznakowe identyfikatory (np. CLK, CS, Q) ułatwiające ich późniejszą identyfikację. Okres próbkowania można wybrać z przedziału od 750 ns (1,3 MHz) do 5 s (0,2 Hz), ze skokiem 1, 2 i 5 jednostek zakresu.

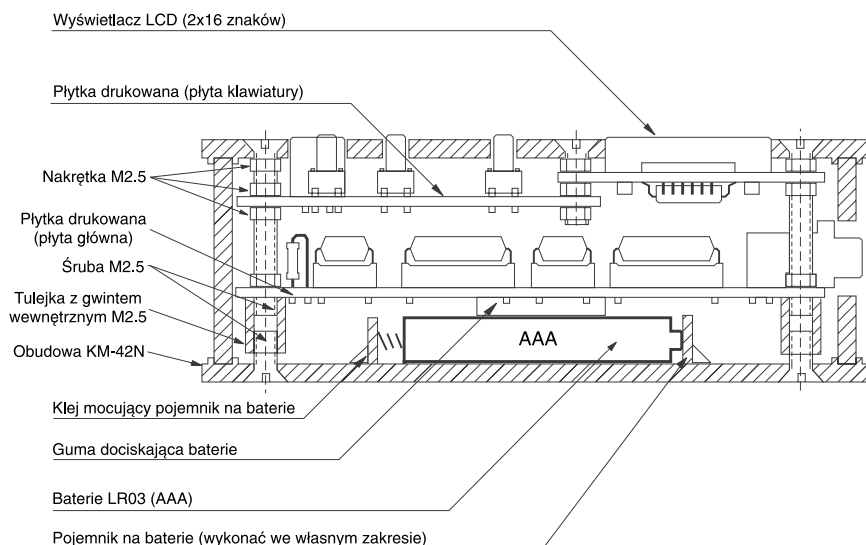
Wyzwolenie rejestracji może odbyć się kilkoma sposobami. Najprostszym jest wyzwolenie ręczne przyciskiem *Run*. Inna możliwość, to wyzwolenie zboczem narastającym lub opadającym na wejściu TIG. Dozwolone jest także wyzwolenie rejestracji dowolną programowaną kombinacją stanów logicznych na wejściach pomiaro-



wych CH0...CH7, przy jednym z dwu warunków porównania (AND/OR). Rejestracje programowo można zatrzymać dwoma sposobami (z wyłączeniem najmniejszego okresu próbkowania 750 ns). Pierwszy polega na zebraniu ustawionej liczby próbek (skok co 1 kB). W drugim, podobnie jak przy wyzwoleniu, rejestracja jest zatrzymywana przy dowolnej kombinacji stanów logicznych na wejściach pomiarowych (tylko warunek AND). W trybie pracy rejestratora bez porównywania, na każdą próbkę przypada jeden bajt pamięci RAM. Natomiast przy porównywaniu zapis pojedynczej próbki zajmuje dwa bajty pamięci, przy czym jeden zawiera czas utrzymywania się danego stanu na wejściu (do 255 powtórzeń), a drugi przedstawia ten stan. Ze względu na wydłużenie kodu potrzebnego dla realizacji porównania kanałów i zapisu dwubajtowego pojedynczej próbki, funkcja ta jest dozwolona od okresu próbkowania 2  $\mu$ s (500 kHz). Pomimo zmniejszenia o połowę dostępnej pamięci tryb ten w wielu sytuacjach znacznie wydłuża maksymalny czas rejestracji (próbkowanie z dużą częstotliwością sygnałów wolnozmiennych). Dla okresów próbkowania większych od 50  $\mu$ s, na wyświetlaczu LCD zobrazowane są na bieżąco stany aktywnych kanałów pomiarowych, a przy okresach krótszych wyświetlacz pozostaje wygaszony (czas zapełnienia pamięci próbkami jest bardzo krótki).

Po zakończeniu rejestracji zostaje wyświetlone podsumowanie procesu zawierające: opis przyczyny zakończenia rejestracji, liczbę wykorzystanych bajtów pamięci RAM, łączny czas trwania procesu i liczbę zarejestrowanych próbek. Maksymalny czas trwania rejestracji zależy od wybranego okresu próbkowania i trybu rejestracji. Przy rejestracji bez porównywania, czas ten wynosi od 23,8 ms (750 ns) do ponad 44 godzin (5 s). Natomiast przy rejestracji z porównaniem, czas ten jest zależny głównie od typu rejestrowanego przebiegu.

Blok programu nazwany *Analizator* powoduje przedstawienie na wyświetlaczu, w możliwie czytelny sposób, danych zarejestrowanych w pamięci RAM podczas procesu rejestracji. Analiza danych może odbywać się w dwóch trybach: pomiarowym i przeglądania. W trybie pomiarowym na wyświetlaczu zobrazowane są stany kanałów pomiarowych (w postaci 0 i 1) i pozycja aktualnie wyświetlanej próbki (jako numer lub czas). Podczas pomiarów można zastosować dwa markery X i Y. Po wybraniu konkretnego kanału można wyświetlić, dla aktualnej i poprzedniej próbki, częstotliwość i współczynnik wypełnienia przebiegu. Tryb przeglądania służy przede wszystkim do poszukiwania próbek, które spełniają ustawiony warunek. Ze względu na niewielką szerokość wyświetlacza (tylko szesnaście znaków w linii), czas wyświetlany jest w formacie bez przecinków, np.: 100, 350ms



Rys. 5. Sposób zamontowania podzespołów analizatora w obudowie

### WYKAZ ELEMENTÓW

(*plyta główna*)

#### Rezystory

R1, R2: 10k $\Omega$   
R3...R11: 1k $\Omega$   
PT1: potencjometr montażowy 10k $\Omega$

#### Kondensatory

C1...C7: 10 $\mu$ F/16V  
C8...C14: 100nF/63V  
C15: 220 $\mu$ F/16V  
C16: 100 $\mu$ F/16V

#### Półprzewodniki

D1, D2: 1N4001  
U1: AT90S8515 (zaprogramowany)  
U2, U6: 74HC573  
U3: 62256  
U4: ICL7660  
U5: ICL232  
U7: 74HCT245  
U8: 74HCT02  
U9: 78L05

#### Różne

J1: DB9F kątowne do druku  
J2: gniazdo IDC 14 pin  
J3: gniazdo 6 pin  
J4: listwa 3 goldpin + zworka  
J5: gniazdo 16 pin  
J6...J8: listwa 2 goldpin  
X1: generator kwarcowy 8MHz  
podstawki pod układy scalone  
wyświetlacz LCD 2\*16 znaków  
obudowa KM-42N  
kabel taśmowy 10-żyłowy  
kabel taśmowy 14-żyłowy  
wtyk Z-LPV14  
wtyk Z-LPV10  
minichwytaki 10szt.

#### *Płytki klawiatury*

#### Rezystory

R20: 2,2k $\Omega$

#### Kondensatory

C20: 100nF/63V

#### Półprzewodniki

D20...D27: 1N4148  
U20: 74HC164

#### Różne

J20: listwa 16goldpin  
J21: gniazdo IDC 10pin  
S20...S28: przycisk

jako 100m350. W tym bloku programu dostępna jest funkcja kasowania ostatniego banku próbek (a tym samym zwolnienie zajętej pamięci RAM), jak również przesłanie danego banku próbek do komputera przez interfejs RS232.

Ostatnią i najprostszą częścią programu jest *Monitor*. Służy on do

Tab. 1. Opis formatu ramki danych wysyłanej przez rejestrator

Adres	Nazwa rejestru	Opis
0x00	Okres	Okres próbkowania ([0]-750ns, [1]-1µs, [2]-2µs, [3]-5µs...[21]-5s)
0x01	Status	Bajt statusu (bit 3: rodzaj rejestracji [1]-z porównaniem [0]-bez porównania)
0x02:0x05	Tig/Stop	Robocze (maski wyzwolenia i zakończenia rejestracji)
0x06	Aktyw	Maska aktywacji kanałów pomiarowych ([1]-aktywny [0]-wyłączony)
0x07:0x08	Start	Adres początku bloku danych w pamięci RAM
0x09:0x0A	End	Adres końca bloku danych +1 (liczba zarejestrowanych próbek LEN: L EN=End-Start)
0x0B:0x0F	BankName	Nazwa banku (kody ASCII)
0x10:0x27	ChIdent	Trzy znakowe identyfikatory kanałów pomiarowych CH7...CH0
0x28: .....	BankData	Dane procesu rejestracji o długości LEN - rejestracja bez porównania: 1 próbka=1 bajt - rejestracja z porównaniem: 1 próbka=2 bajty format zapisu dwubajtowego - PO:ST [PO]-czas utrzymywania stałego stanu sygnałów wejściowych [01]- 1 okres .... [FF]- 255 okresów, [00]- 256 okresów [ST]-stan sygnałów wejściowych (wartość bitowa)

bezpośredniego wyświetlania (bez rejestracji do pamięci RAM) stanów logicznych występujących na wejściach pomiarowych. Dane mogą być wyświetlane w formacie liczby binarnej, szesnastkowej i dziesiętnej.

### Obsługa przyrządu

#### Rejestrator

Opis linii statusowej:

| \* | # | okres | T | E | O |

[\*] - nazwa banku;

[#] - aktywacja kanałów pomiarowych, identyfikatory kanałów;

[okres] - okres próbkowania sygnału wejściowego (750 ns...5 s);

[T] - wyzwolenie rejestracji:

[r] - ręczne,

[&] - maską AND,

[v] - maską OR,

[ ] - zboczem opadającym na wejściu TIG,

[ ] - zboczem narastającym na wejściu TIG;

[E] - zakończenie rejestracji:

[s] - rozmiarem banku (1-31kB),

[&] - maską and;

[O] - typ rejestracji:

[.] - bez porównywania,

[p] - z porównaniem.

Opis funkcji klawiszy:

[Run] - uruchomienie rejestracji;

[Set] - ustawienie parametrów rejestracji;

[Break] - przerwanie rejestracji;

[Ok] - zatwierdzenie wyboru;

[Esc] - anulowanie wyboru;

[←, →, ↑, ↓] - nawigacja.

#### Analizator

Opis linii statusowej:

| BANK | okres | LICZBA |

[BANK] - nazwa bieżącego banku próbek;

[okres] - okres próbkowania;

[LICZBA] - liczba próbek do analizy.

Opis funkcji klawiszy:

[Set] - wybór banku do analizy;

[Run] - uruchomienie analizy;

[Ok] - opis wybranego kanału (tryb pomiarowy);

[Esc] - powrót do menu;

[↑],[↓] - przesun w górę/dół;

[←],[→] - wybór kanału pomiarowego (tryb pomiarowy);

[←],[→] - szukaj wg. maski poszukiwania w górę/dół (tryb nawigacyjny);

[Set]+[↑] - przełączenie czas/numer próbki (tryb pomiarowy);

[Set]+[↑] - ustawienie maski poszukiwania (tryb nawigacyjny);

[Set]+[+] - przełączanie pozycja/różnica (tryb pomiarowy);

[Set]+[↓] - ustawienie warunku poszukiwania &-and/v-or (tryb nawigacyjny);

[Set]+[←] - ustaw/skasuj marker pomiarowy X;

[Set]+[→] - ustaw/skasuj marker pomiarowy Y;

[Set]+[Ok] - przełączenie tryb pomiarowy/tryb nawigacyjny;

[Run]+[←] - wyświetl pomiary wg. markera X;

[Run]+[→] - wyświetl pomiary wg. markera Y;

[Run]+[↑] - skocz do markera X;

[Run]+[↓] - skocz do markera Y;

[Run]+[Ok] - wyślij przez RS232;

[Run]+[Esc] - skasuj bank.

#### Monitor

Opis funkcji klawiszy:

[Run] - uruchomienie monitora;

[Esc] - powrót do menu;

[Set] - wyświetlanie/nie wyświetlanie liczb w formacie DEC, HEX;

[Ok] - wyświetlanie wszystkich kanałów/kanałów aktywnych rejestracji;

[Run] - w czasie pracy monitora uruchomienie procesu rejestracji;

[BREAK] - wciśnięty podczas włączania przyrządu przywraca standardowe ustawienia analizatora.

#### Opis formatu transmisji danych

Analizator wyposażono w prostą procedurę jednokierunkowego przesyłania zarejestrowanych danych do komputera PC (przez interfejs RS232 z szybkością 9600 bodów). Przedstawiony w **tab. 1** format ramki transmisyjnej bloku danych można wykorzystać we własnym zakresie, na przykład do stworzenia programu graficznej prezentacji wyników rejestracji na ekranie monitora.

#### Zbigniew Golonka

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pdf/lipiec02.htm> oraz na płycie CD-EP07/2002B w katalogu PCB.