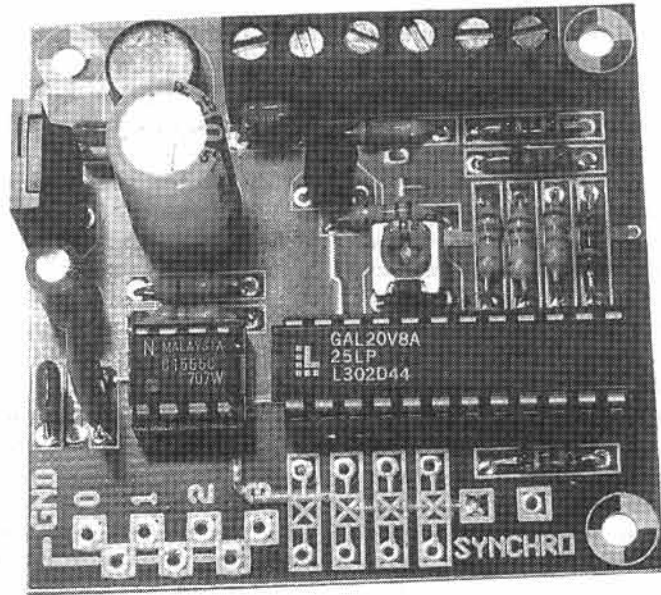


# Czterokanałowa przystawka do oscyloskopu

## kit AVT-305

Oscyloskopy wielokanałowe są na ogół przyrządami bardzo kosztownymi, w związku z czym tylko niewielkie grono konstruktorów może sobie pozwolić na taki „zbytek”. Z praktyki jednak wiadomo, że możliwość obserwowania kilku przebiegów jednocześnie (zwłaszcza w układach cyfrowych) pozwala często skrócić czas uruchomienia układu kilkukrotnie, a zdarzają się sytuacje, że jest to jedyna droga umożliwiająca znalezienie uszkodzenia.



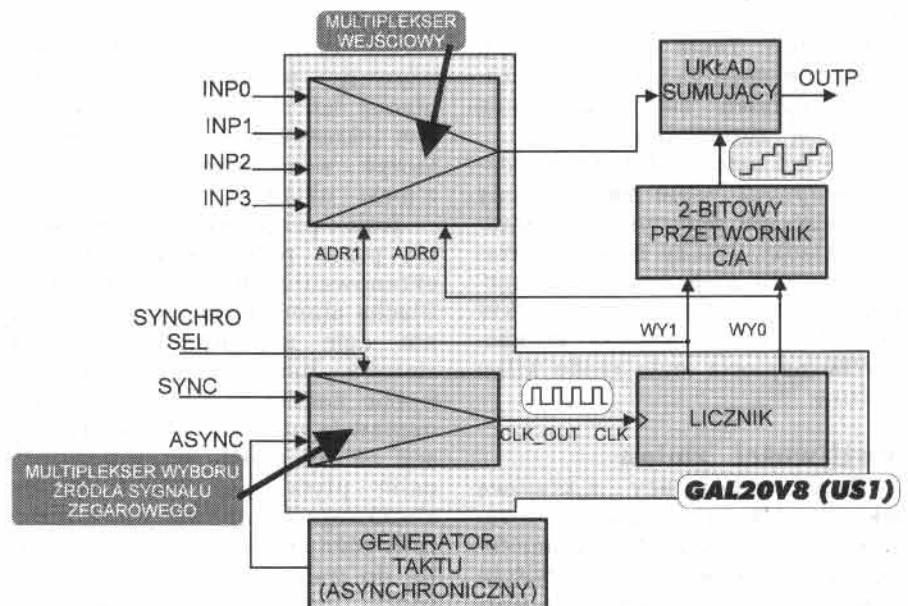
Z tych powodów, zapewne wielu Czytelników zainteresuje nasza propozycja zbudowania taniej i prostej przystawki do dowolnego oscyloskopu jednokanałowego, dzięki której możliwe będzie obserwowanie czterech przebiegów cyfrowych jednocześnie.

Na rys.1 przedstawiono schemat blokowy opracowanej przystawki. Jest to bardzo typowe

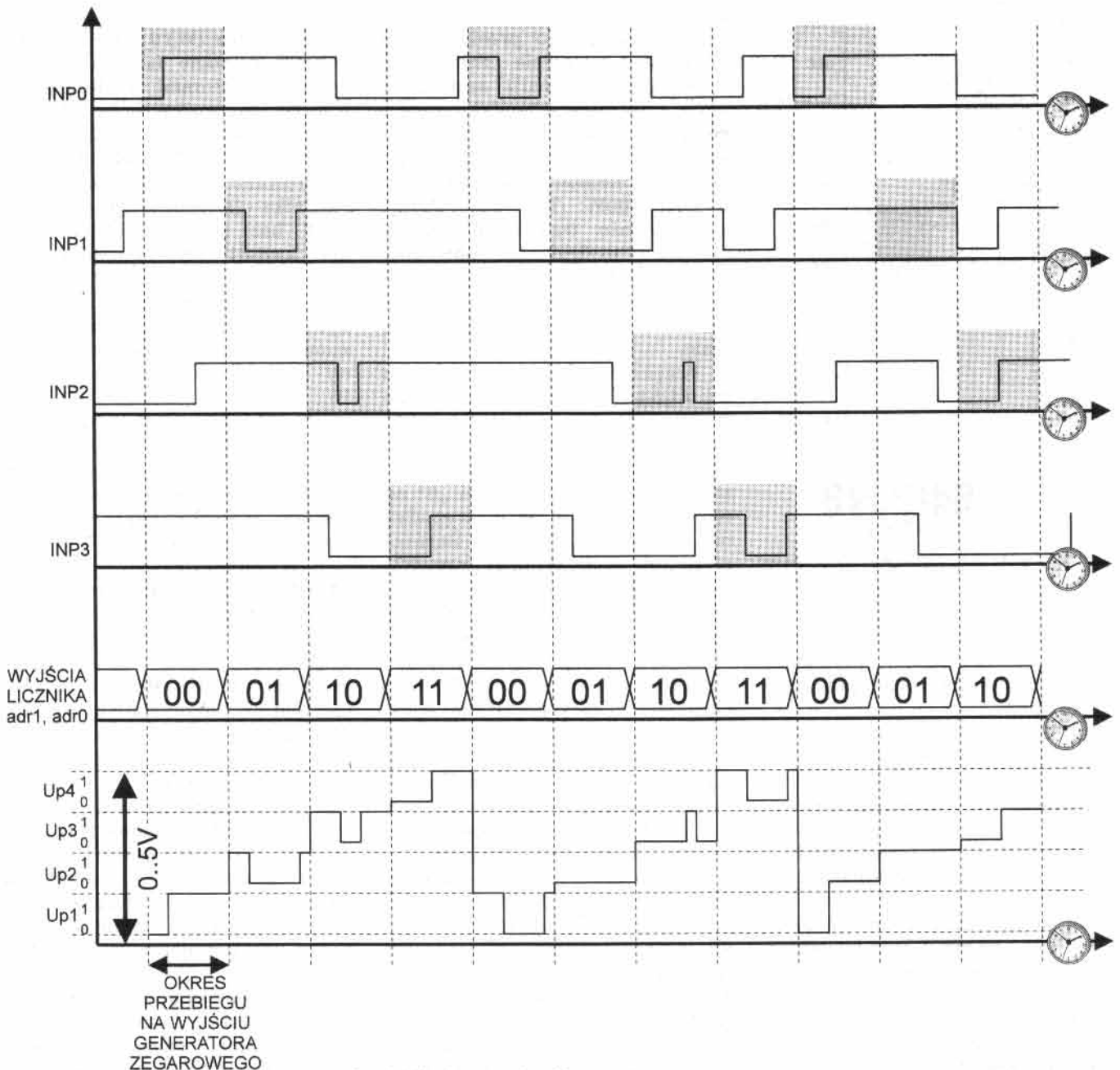
rozwiązanie, zawierające jednak pewną nowość - wszystkie moduły logiczne przełącznika zintegrowano w jednym prostym i dość tanim układzie PLD (GAL20V8). Zastosowanie tego układu pozwoliło na ograniczenie ilości użytych w projekcie układów scalonych. Realizacja identycznego układu w oparciu o standardowe bramki TTL wymagałaby zastosowania minimum dwóch lub trzech dodat-

### Parametry przystawki:

- ✓ ilość kanałów: 4.
- ✓ standard napięciowy wejść: TTL lub CMOS 5V.
- ✓ napięcie zasilania: 7..12VAC, 8..15VDC. W przypadku zwiększenia napięcia zasilającego może się okazać konieczne zastosowanie radiatora dla układu stabilizacyjnego US3.
- ✓ zakres napięcia wyjściowego: 0..+2.5V.
- ✓ pobór prądu: 45mA (przy napięciu zasilania 7..10V).
- ✓ częstotliwość próbkowania: 14 kHz.
- ✓ maksymalna częstotliwość obserwowanego przebiegu: 100Hz..2kHz. Zależy ona od charakteru badanych sygnałów. Można ją zwiększyć poprzez zwiększenie częstotliwości „przemiatania”.
- ✓ tryby pracy: synchroniczny (wyzwalany z generatora podstawy czasu oscyloskopu) i asynchroniczny z wyzwalaniem (oscyloskop pracuje w trybie NORMAL z ręcznie ustalonym poziomem wyzwalania Trigger Level).



Rys. 1. Schemat blokowy przystawki.



Rys. 2. Przebiegi wyjaśniające sposób działania przystawki.

kowych układów scalonych.

Zasada pracy układu jest następująca - generator steruje impulsami prostokątnymi wejście zegarowe licznika, który zlicza w cyklu modulo 4 (binarnie). Wyjścia licznika adresują wejścia multiplexera (co powoduje pojawianie się na jego wyjściu stanu logicznego z wybranego przez licznik wejścia) i jednocześnie przełączają rezystory połączone w drabinke. Przełączanie tych rezystorów powoduje dodanie do napięcia zależnego od stanu logicznego pobranego z wyjścia multiplexera, stałego poziomu napięcia, które jest zawsze jednakowe

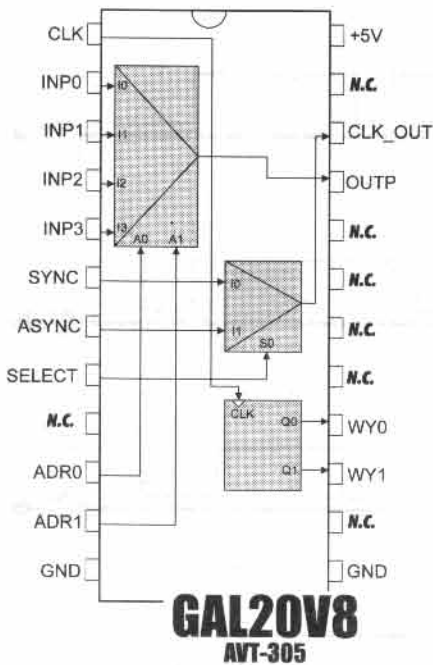
dla danego wejścia. Ponieważ całkowity zakres zmian napięcia na wyjściu przystawki wynosi 5V, a sygnały standardu TTL także mieszczą się w tym zakresie napięciowym, poziomy logiczne z wyjścia multiplexera ograniczono przy pomocy potencjometru. Dzięki zsumowaniu stałego poziomu napięcia z wyjścia drabinki z napięciem podawanym z suwaka potencjometru na ekranie oscyloskopu otrzymujemy widok przebiegu czterech sygnałów, o poziomach zależnych od stanu (w danym momencie) wejść INP0..3.

Przebiegi widoczne na ekranie są identyczne jak w przypadku

pracy CHOPPER (rys.2). Fragmenty przebiegów wyróżnionych na rysunku przy pomocy szarego tła, są we wskazanym okresie czasu wyświetlane na ekranie oscyloskopu.

„Sercem“ przystawki jest układ GAL20V8, w strukturę którego wpisano następujące moduły:

- multiplexer czterowejściowy, wykorzystany do sekwencyjnego przełączania sygnałów z wejść INP0..3. Posiada on wejścia adresowe sterowane przez dwubitowy licznik (także zaimplementowany w GALu),
- licznik dwubitowy, spełniający podwójną rolę - adresuje on



Rys. 3. Schemat blokowy wnętrza układu GAL20V8 wykorzystanego w projekcie.

wejścia multiplexera i steruje drabinę rezystorów, spełniająca funkcję dwubitowego przetwornika C/A.

- multiplexer dwuwejściowy, wykorzystany do selekcji sygnału wyznaczającego częstotliwość przełączania. Dzięki zastosowaniu tego multiplexera możliwy jest wybór trybu pracy układu - pomiędzy synchronicznym i asynchronicznym. W celu ułatwienia analizy konfiguracji układu US1, na rys.3 przedstawiono dokładnie jego wewnętrzną budowę, pomocą będą także tabele prawdy opisujące działanie obydwu multiplexerów układu US1 (tab.1 i tab.2).

Na rys.4 znajduje się schemat elektryczny przystawki. Sygnały, które chcemy obserwować dołączamy do wejść INP0..3. W układzie modelowym wejścia układu US1 zostały zabezpieczone przed uszkodzeniem wywołanym przepięciami przy pomocy transilii (D1..4). Transile są elementami

przystosowanymi do odbierania dużej energii po przekroczeniu progowego napięcia załączenia. W przypadku transilii zastosowanych przez nas w modelu, napięcie progowe wynosi 6.8V, a maksymalna moc impulsu „gaszonego” przez element zabezpieczający wynosi 400W. Tak więc dzięki zastosowaniu transila niebezpieczeństwo uszkodzenia obwodów wejściowych układu US1, wywołanego przez przepięcia indukowane w otoczeniu, jest pomijalnie małe.

Wejście SEL\_SYN (pin 8 i 9 US1) umożliwia wybranie źródła sygnału zegarowego dla licznika „wbudowanego” w układ US1. Rezystor R7 powoduje utrzymanie poziomu logicznego „0” na tym wejściu - w takim wypadku do wejścia zegarowego licznika podawane będą impulsy z oscyloskopu. Jeżeli na wejście SEL\_SYN podana zostanie „1” logiczna układ pracuje w trybie asynchronicznym, a licznik zlicza impulsy z wyjścia generatora US2. Do synchronizacji pracy przystawki z oscyloskopem najlepiej wykorzystać sygnał generowany przez układ podstawy czasu, sygnalizujący początek cyklu jego pracy. Niestety nie każdy oscyloskop jest wyposażony w tego typu wyjście.

Układ US2 generuje impulsy prostokątne o częstotliwości zadanej wartościami elementów R8, R9 i C6 (zgodnie ze wzorem  $f_{wy} = 1.44 / (R8 + 2R9)C6$ ). Tranzystor T1 pracuje w układzie wtórnika emiterowego, a jego zadaniem jest dopasowanie sygnału doprowadzonego z oscyloskopu (informującego o rozpoczęciu nowego cyklu generatora podstawy czasu) do standardu TTL. Rezystor R11 ogranicza prąd bazy tranzystora T1. Amplituda napięcia na wejściu SYNC powinna mieścić się w zakresie 3...20V.

Jak wspomniano wcześniej, wyjścia licznika (WY0 i WY1) zostały wykorzystane także do sterowania rezystorami spełniającymi rolę przetwornika C/A. W skład tego przetwornika wchodzi rezystory R1, R2, R3, R4. Napięcie generowane przy pomocy przetwornika (mierzone na wyjściu OUT bez sygnału wejściowego) ma kształt czteropozomowych schodków. Jest ono sumowane z przebiegiem wejściowym, podanym z wyjścia multiplexera. Poziom tego napięcia jest regulowany przy pomocy potencjometra P1.

Przystawkę wyposażono w zasilacz stabilizowany (US3) z filtrem (C1, C2) i prostownikiem (M1), dzięki czemu można ją zasilac zarówno napięciem stałym, jak i zmiennym.

**Montaż i uruchomienie**

Montaż najlepiej jest przeprowadzić na dwustronnej płytce drukowanej, której widok znajduje się na wkładce. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys.5. Montaż należy rozpocząć od elementów o najmniejszych gabarytach, czyli rezystorów, transilii, następnie kondensatorów, podstawek pod układy scalone (z wyjątkiem US3), tranzystora, itd.

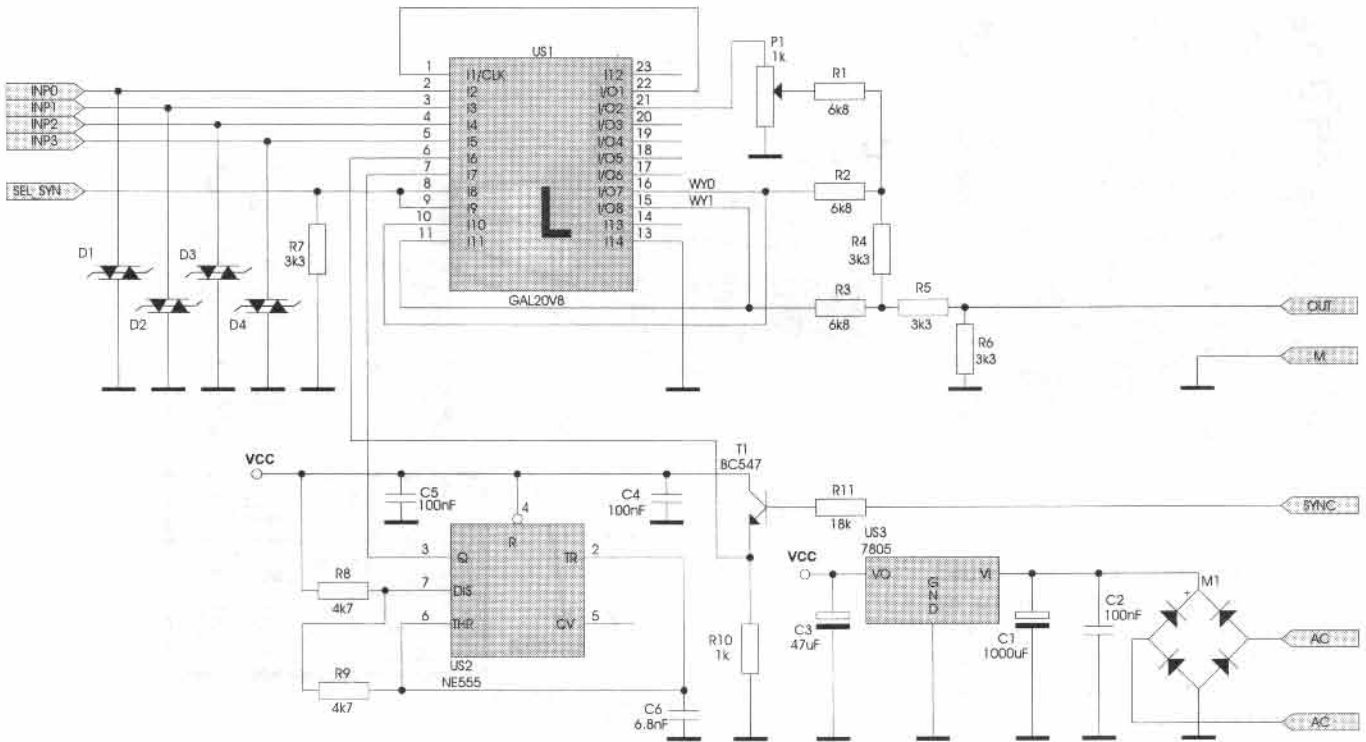
Po zamontowaniu wszystkich elementów warto jeszcze raz sprawdzić jakość montażu, po czym przystępujemy do uruchomienia układu. Do wejść oznaczonych AC dołączamy napięcie zasilające (stałe lub zmienne) i sprawdzamy, czy na wyjściu stabilizatora US3 napięcie ma wartość 5V (z tolerancją ok. 0.3V). Następnie przy pomocy diody świecącej lub oscyloskopu sprawdzamy, czy generator US2 generuje przebieg prostokątny. W przypadku kontroli generatora przy pomocy diody świecącej należy

Tab.2. Tabela prawdy dla multiplexera kanałów.

ADR1	ADR0	INP3	INP2	INP1	INP0	OUTP
0	0	X	X	X	0	0
0	0	X	X	X	1	1
0	1	X	X	0	X	0
0	1	X	X	1	X	1
1	0	X	0	X	X	0
1	0	X	1	X	X	1
1	1	0	X	X	X	0
1	1	1	X	X	X	1

Tab.1. Tabela prawdy dla multiplexera trybu pracy.

SELECT	SYNC	ASYNC	CLK_OUT
0	0	X	0
0	1	X	1
1	X	0	0
1	X	1	1



Rys. 4. Schemat elektryczny układu.

dołączyć równolegle do C6 kondensator o pojemności ok. 1μF (plusem do wyprowadzeń 2 i 6 US2) lub większej. Dołącze-

nie kondensatora spowoduje obniżenie częstotliwości generowanego przez generator przebiegu, co ułatwi wzrokową kontrolę pracy układu. Po podaniu na wejście SEL\_SYN logicznej „1” i skróceniu suwaka potencjometra P1 w kierunku masy sprawdzamy (najlepiej przy pomocy oscyloskopu), czy na wyjściu OUT pojawia się przebieg schodkowy (narastający). Jeżeli przebieg nie jest generowany warto sprawdzić wyjścia WY1 i WY0 układu US1. Powinny pojawiać się na nich przebiegi prostokątne o częstotliwości dwukrotnie (na WY0), lub czterokrotnie (na WY1) niższej niż przebiegu wejściowego. Kontrolę można przeprowadzić przy pomocy oscyloskopu, diod świecących lub dowolnego miernika częstotliwości.

Na tym kończymy procedurę uruchomienia przystawki, na koniec należy jeszcze dobrać położenie suwaka potencjometra P1 w takim miejscu, w którym najlepiej widoczne są wszystkie cztery sygnały wejściowe. Robi się to „na wycucie”, tak więc nie są do tego niezbędne żadne specjalistyczne przyrządy pomiarowe.

Na rys.6 przedstawiono podstawową konfigurację układu pomiarowego, w którym została wy-

korzystana przystawka. W zależności od typu stosowanego oscyloskopu należy dobrać najbardziej optymalne pozycje przełączników czułości wzmacniacza Y oraz szybkości pracy układu podstawy czasu. W praktyce jednorazowe ustalenie najbardziej optymalnych nastaw gwarantuje poprawną pracę układu.

Nieco uwagi będzie wymagało ustalenie poziomu wyzwalania generatora podstawy czasu. Najlepsze wyniki uzyskano w trybie wyzwalania NORMAL. Poprzez zmianę progu napięcia wyzwolenia możliwe jest uzyskanie synchronizacji wyzwalania oscyloskopu z przebiegiem dowolnego kanału wejściowego. Najłatwiej było zsynchronizować oscyloskop z przebiegiem z kanału 0 oraz 3.

Wszystkie próby wykonywane były z oscyloskopem OS-9040RD firmy Gold Star.

### Możliwe modyfikacje

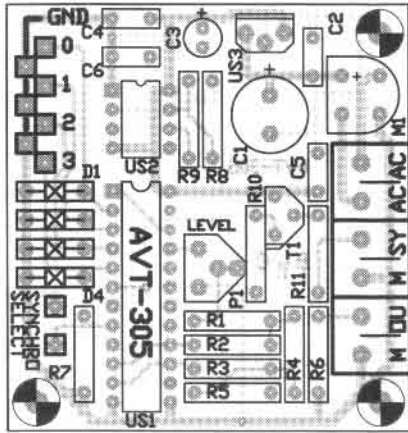
Modelowy układ pracował ze stosunkowo niewielką częstotliwością przeszukiwania. W przypadku konieczności obserwowania sygnałów o większych częstotliwościach, można zwiększyć częstotliwość impulsów zegarowych. Najłatwiejszym sposobem zwiększenia tej częstotliwości jest zmniejszenie pojemności kon-

```

NAME mux_osc;
REV 1.11;
DATE 01/12/95;
DESIGNER Piotr Zbysinski;
ASSEMBLY N/A;
LOCATION N/N;
DEVICE G20V8;
.....
/* Deklaracja wejść */
.....
pin 1 = CLK;
pin [2..5] = [INP0..3];
pin [6,7] = [SYNC,ASYNC];
pin 8 = SELECT;
pin [10,11] = [ADRO..1];
.....
/* Deklaracja wyjść */
.....
pin [15..16] = [WY1..0];
pin 21 = OUTP;
pin 22 = CLK_OUT;
.....
/* Równania */
.....
OUTP = !ADRO & !ADR1 & INP0
      # ADRO & !ADR1 & INP1
      # !ADRO & ADR1 & INP2
      # ADRO & ADR1 & INP3;
.....
CLK_OUT = !SELECT & SYNC
          # SELECT & ASYNC;
.....
field COUNT = [WY1..0];
Sdefine S0 'b'00;
Sdefine S1 'b'01;
Sdefine S2 'b'10;
Sdefine S3 'b'11;
.....
sequence COUNT {
present S0 next S1;
present S1 next S2;
present S2 next S3;
present S3 next S0;
}

```

Listing 1. Listing programu dla układu GAL wykorzystanego w projekcie.



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

densatora C6. Należy jednak pamiętać, że zwiększenie tej częstotliwości zwiększa wymagania w stosunku do oscyloskopu. W pewnych przypadkach układ wyzwalający podstawę czasu w oscyloskopie może się błędnie synchronizować, co będzie się przejawiało mało stabilnym obrazem na ekranie oscyloskopu.

Zastosowane na wejściach układu transile nie są niezbędnym wyposażeniem przystawki. Stanowią one jednak bardzo dobre zabezpieczenie dla układu US1, w związku z czym warto jest je stosować.

Jeżeli jako układ US1 zastosowany zostanie układ GAL20V8 lub

#### WYKAZ ELEMENTÓW

##### Rezystory

- P1: 1kΩ miniaturowy
- R1, R2, R3: 6,8kΩ
- R4, R5, R6, R7, R12..15: 3,3kΩ
- R8, R9: 4,7kΩ
- R11: 18kΩ
- R10: 1kΩ

##### Kondensatory

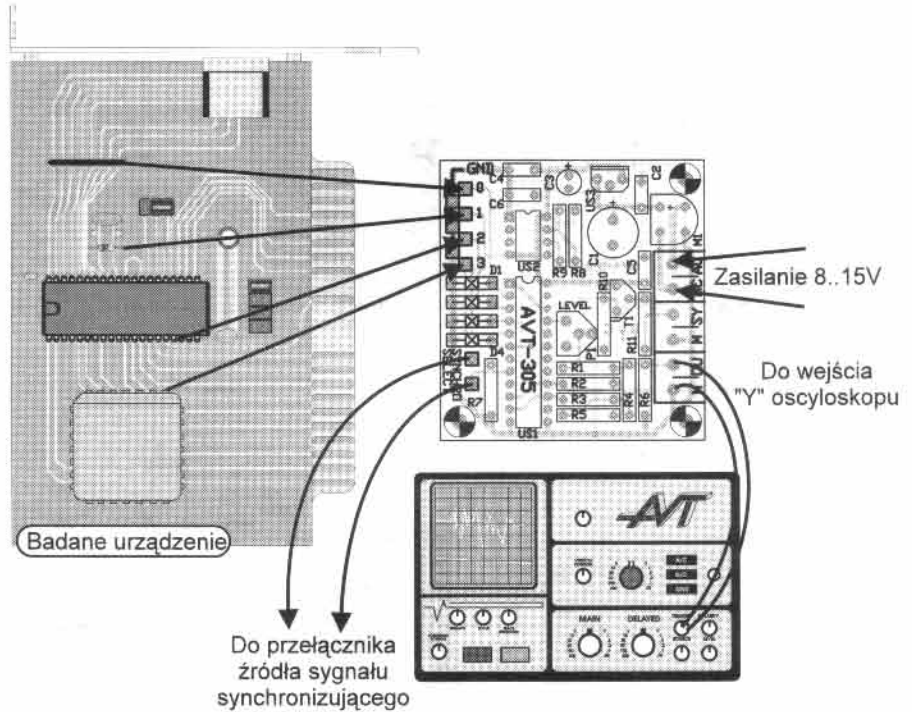
- C1: 1000µF/16V
- C2, C4, C5: 100nF
- C3: 47µF/10V
- C6: 6,8nF

##### Półprzewodniki

- D1, D2, D3, D4: BZW04P6V8B lub podobne
- T1: BC547 lub podobny
- US1: GAL20V8 - zaprogramowany AVT-305
- US2: NE555 lub podobny
- US3: 7805 lub podobny

##### Różne

- M1: Mostek prostowniczy
- ARK2: 3szt
- Chwytki elektrotechniczne: 5szt
- Przelącznik pojedynczy zwierny



Rys. 6. Sposób wykorzystania przystawki.

GAL20V8A należy zastosować dodatkowo cztery rezystory o rezystancji ok. 3kΩ. Montuje się je równolegle do transili D1..4. Rezystory te mogą zastosować także Czytelnicy, którzy wolą aby kanał nie podłączony wyświetlany był ze stałym poziomem logicznym „0”, a stosują układy nowszej generacji (GAL20V8B). Standardowo poziom wyświetlany na ekranie oscyloskopu w przypadku braku jakiegokolwiek sygnału na wejściach jest równy „1”. Przyjęty sposób wyświetlania jest kwestią umowną i nie ma żadnego wpływu na jakość pracy układu.

Rezystory znajdujące się w wykazie elementów, oznaczone R12..15 można wykorzystać do zmiany poziomu wyświetlanego w stanie nieaktywnym (wchodzi one w skład kitu).

Zmontowany i uruchomiony układ warto zamontować w obudowie i wyposażyć go w specjalnie wykonaną końcówkę pomiarową. Doskonale sprawdziły się standardowe chwytki elektrotechniczne (5 szt.) z elastycznymi przewodami w izolacji silikonowej.

**Piotr Zbysiński, AVT**