

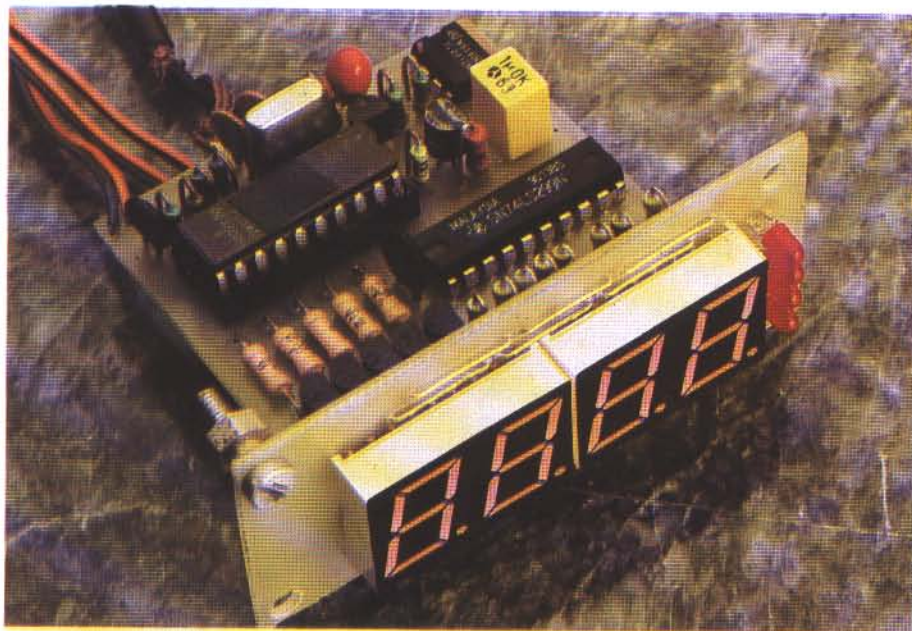
Miernik AVT42 został zaprojektowany jako moduł uzupełniający do różnych urządzeń, w których jest wskazany pomiar (ewntualnie stabilizacja) częstotliwości. Czterocyfrowy odczyt pozwala mierzyć częstotliwości do 1MHz. Możliwe jest oczywiście zamknięcie miernika w obudowie razem z zasilaczem i wykorzystywanie go jako samodzielnego miernika częstotliwości lub okresu.

Mikroprocesorowy miernik częstotliwości

Zastosowanie mikrokontrolera umożliwiło uzyskanie wielu cennych zalet przyrządu. Jedną z ciekawszych jego cech jest sposób pomiaru, mianowicie dla częstotliwości mniejszych niż 1kHz mierzony jest zawsze okres, a dla częstotliwości większych niż 2.5kHz mierzona jest zawsze częstotliwość. Oczywiście, procesor przelicza wynik na częstotliwość (lub okres), tak że wyświetlana jest zawsze wielkość, która nas interesuje. Wyboru dokonujemy przełącznikiem dołączonym do zacisku T/F płytki AVT42-1. Zaletą takiego rozwiązania jest znacznie zwiększona rozdzielczość pomiaru dla małych częstotliwości przy krótkim czasie zliczania. Przykładowo, przy czasie pomiaru 1s i częstotliwości mierzonej 2Hz pomiar odbywa się z rozdzielczością lepszą niż 0.0004Hz. Istotną zaletą urządzenia jest maksymalne wykorzystanie czasu podtrzymania wyniku do celów pomiarowych. Jeśli czas pomiaru w poprzednim przykładzie zostanie zwiększony do np. 8s, to rozdzielczość pomiaru osiągnie wartość poniżej 0.0001Hz.

Kolejną atrakcyjną zaletą miernika jest brak przełącznika zakresów i związane z tym pełne wykorzystanie wyświetlacza. Miernik wyświetla zero na pierwszej pozycji tylko wtedy, gdy częstotliwość wejściowa jest mniejsza od częstotliwości powtarzania pomiaru.

Najciekawszą cechą użytkową tego układu jest możliwość stabilizacji częstotliwości sygnału generowanego w urządzeniu nadzorowanym przez miernik AVT42. Miernik ten bowiem wytwarza sygnał analogowy „poprawki” służącej do takiej sta-



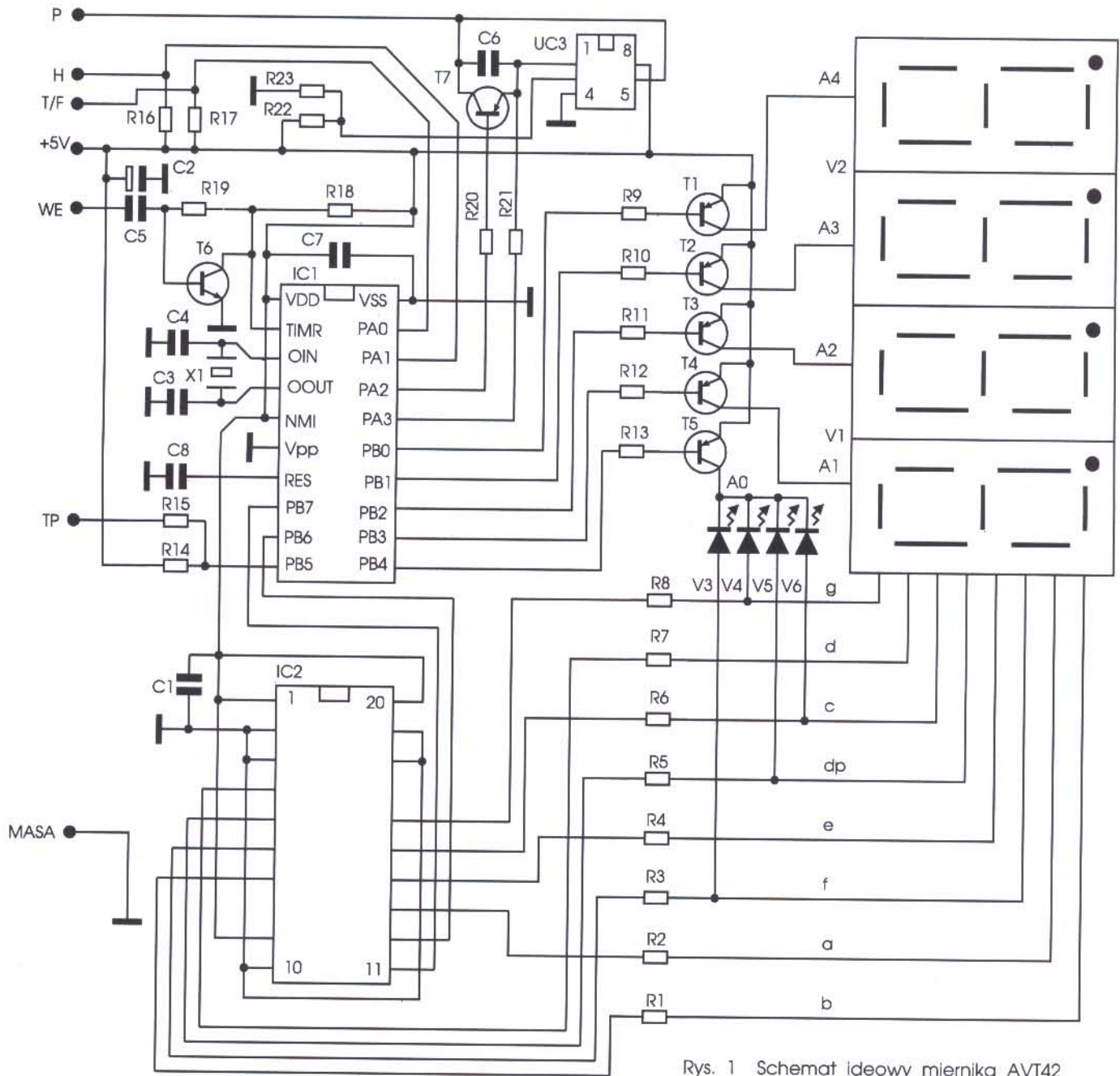
bilizacji. Wykorzystanie tej możliwości, np. przy wbudowaniu modułu AVT42 do generatora funkcyjnego (RC), gwarantuje uzyskanie długoterminowej stabilności, takiej jakby był on sterowany kwarcem. Oczywiście, nie jest to rozwiązanie tak dobre jak np. układ PLL lub FLL, który zapewnia nawet ograniczenie niestabilności krótkoterminowej, jednak układ AVT42 daje wyniki podobne tanim kosztem i niejako przy okazji.

Właściwości i parametry

Miernik jest skonstruowany w oparciu o kontroler ST62E10 produkowany przez firmę SGS-THOMSON, Podstawowe paramet-

ry procesora są następujące:

- napięcie zasilania: 3.6V
 - pobór prądu: maks. 3.5mA (przy f zegara 8MHz)
 - maksymalna częstotliwość zegara: 8MHz
 - średni czas wykonywania instrukcji: 6.5μs (przy f zegara 8MHz)
 - wbudowany 8-bitowy przetwornik A/C
 - jeden 8-bitowy timer z preskalerem
 - jeden watchdog/timer
 - 1.8kB EPROM
 - 64 bajty RAM
 - 31 rozkazów, w tym operacje na bitach
 - 6 trybów adresowania
- Podstawowe parametry mierni-



Rys. 1 Schemat ideowy miernika AVT42

ka są następujące:

- napięcie zasilania: od 4.8 do 5.5V
- pobór prądu: maks. 150mA
- wyświetlacz multipleksowany, 4 cyfry
- zakres częstotliwości mierzonych: od 0.05Hz do 999.9kHz
- zakres napięcia wejściowego - od 0.5 do 6Vpp
- dokładność pomiaru - zależnie od czasu podtrzymania wyniku, przy czasie podtrzymania większym niż 4s ± 1 na ostatniej pozycji
- czas podtrzymania wyniku (czas

pomiaru) regulowany w zakresie od 0.5 do 40s; wymaga dołączenia zewnętrznego potencjometru 47k pomiędzy zacisk TP a masę

- przełączanie „pomiar okresu“/ „pomiar częstotliwości“; wymaga podłączenia zewnętrznego przełącznika pomiędzy zacisk T/F a masę

- wykorzystanie możliwości korekty częstotliwości urządzenia nadzorowanego wymaga wyzwolenia przyciskiem dołączonym pomiędzy zacisk H a masę

- maksymalna kompensowana odchyłka częstotliwości $\pm 1\%$

- napięcie poprawki (wejście P) rośnie przy spadku częstotliwości i maleje przy jej wzroście.

Opis działania

Budowę miernika przedstawia schemat ideowy na rys. 1, a jego sposób działania ilustrują przebiegi na rys. 2 i 3. Miernik można podzielić na 4 bloki funkcjonalne:

- jednorozmiarowy (T6) wzmacniacz wejściowy
- kontroler sterujący (IC1)
- układ wyświetlania wyniku (IC2, T1..T5, V1..V6)

- układ korekcji częstotliwości (IC3, T7).

Wzmacniacz wejściowy

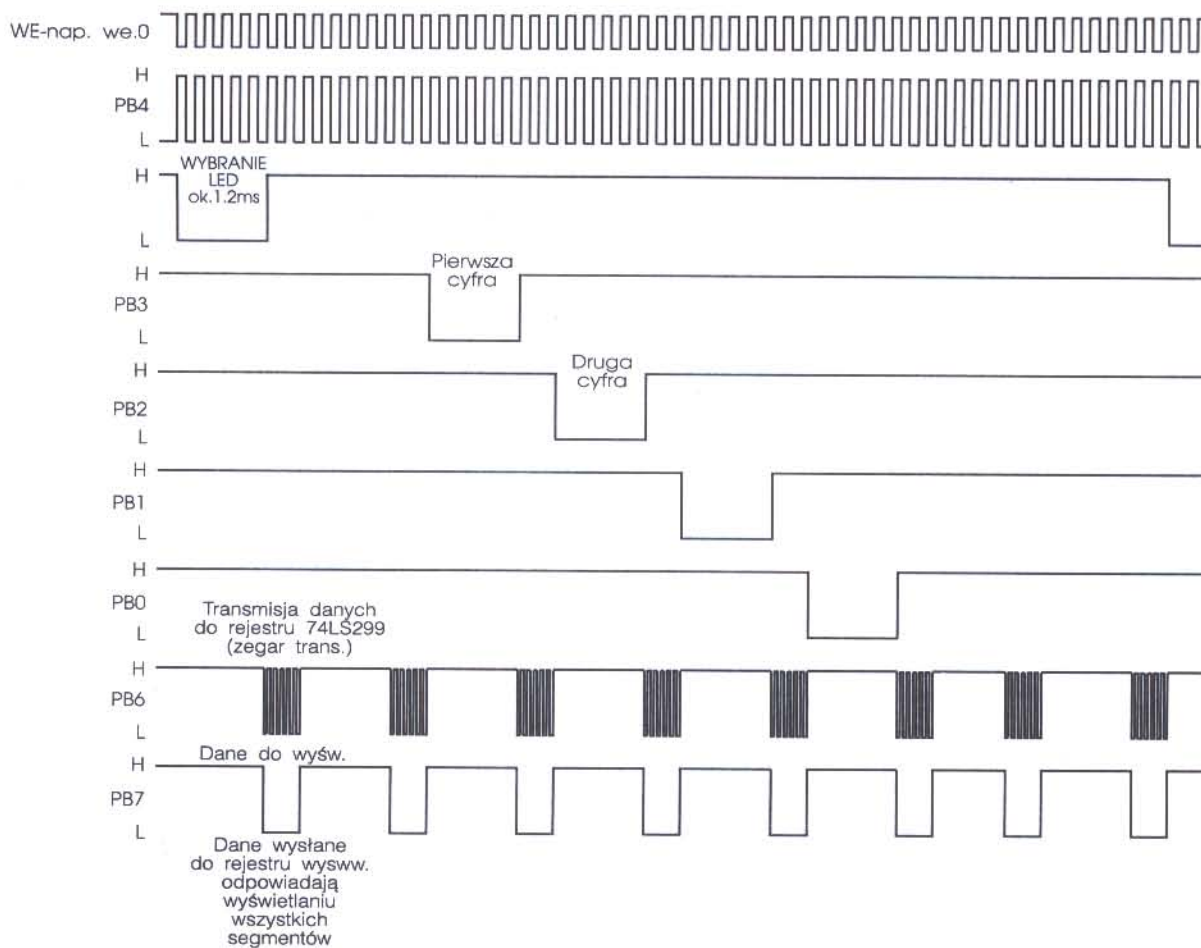
Sygnał pomiarowy jest doprowadzony do zacisku „WE“ wejścia wzmacniacza (T6). Duża pojemność kondensatora sprzęgającego C5, w połączeniu z dużą rezystancją sprzężenia zwrotnego R19, umożliwia pracę układu w zakresie częstotliwości od 0.05Hz. Rezystancja wejściowa wzmacniacza jest niewielka,

rzędu kilku kΩ, gdyż tranzystor T6 pracuje w układzie ze wspólnym emiterem. Wartość rezystora R19 jest tak dobrana, aby napięcie stałe na wyjściu wzmacniacza wynosiło od 1 do 3V, zależnie od egzemplarza tranzystora T6. Wzmacniacz wnosi wzmocnienie ok. 20 razy. Próg różniczenia zera i jedynki dla procesora ST62E10 wynosi ok 2.5V, co przy uwzględnieniu poziomu napięcia stałego na kolektorze T6, zapewnia

czułość miernika ok. 100mV. Sygnał wyjściowy wzmacniacza jest doprowadzony do wejścia TIMER IC1. Wejście to zapewnia zliczanie impulsów zewnętrznych.

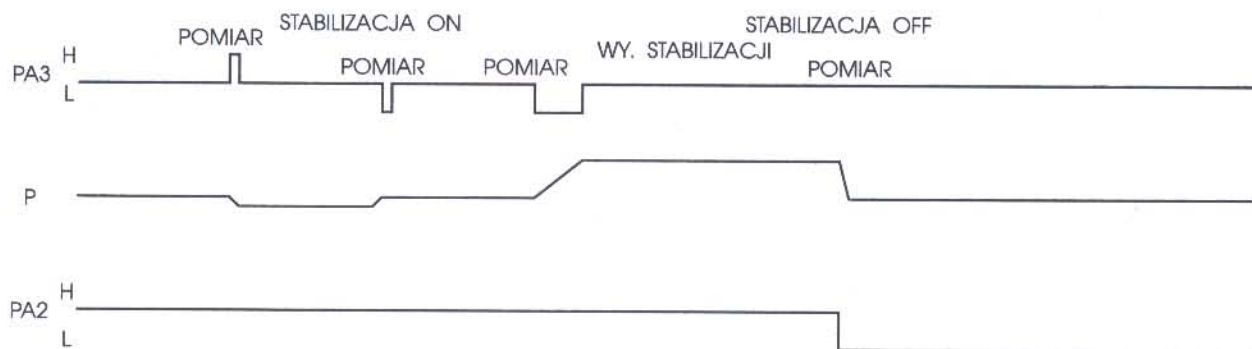
Kontroler sterujący

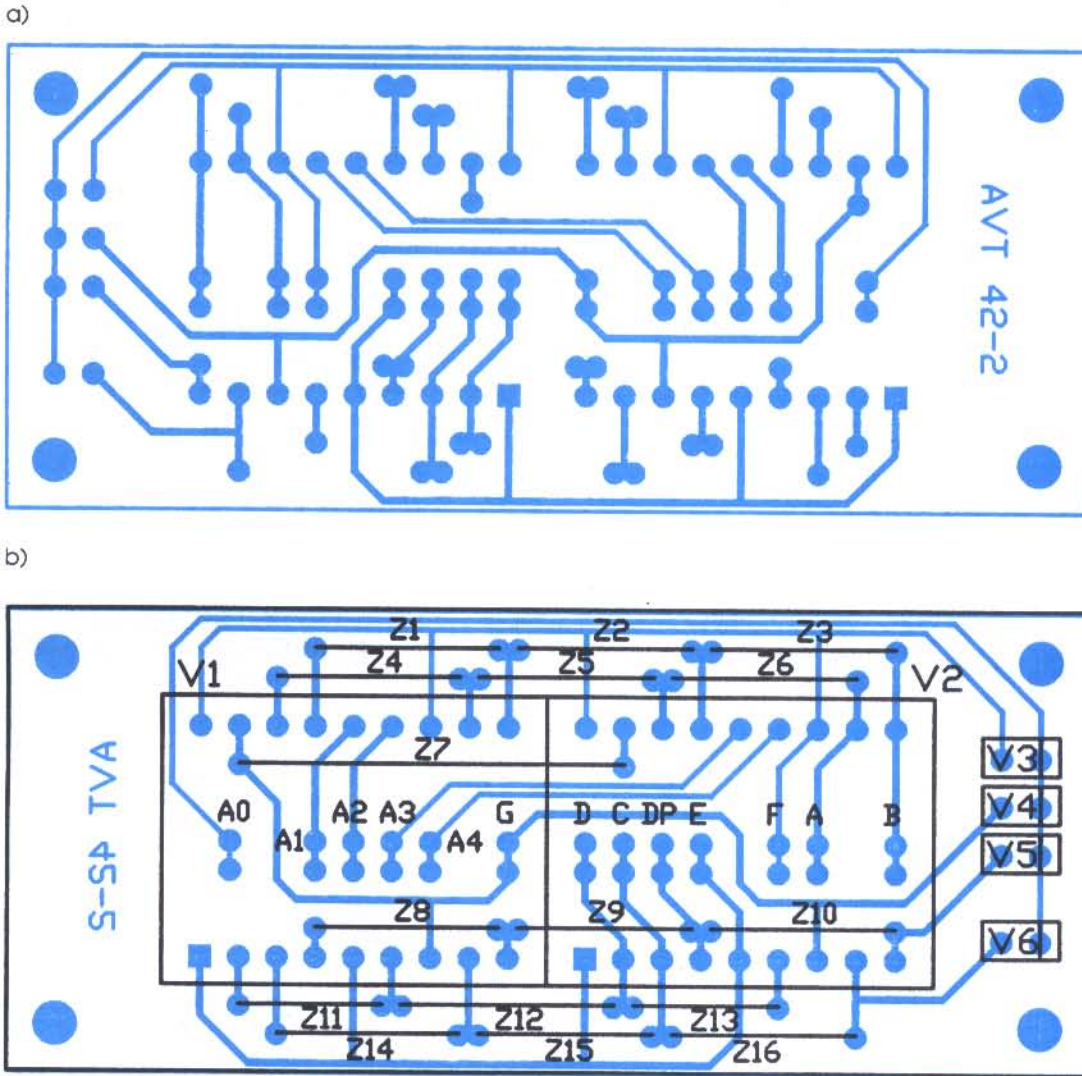
Zadaniem kontrolera (IC1) jest zliczanie impulsów zewnętrznych, zliczanie impulsów zegara wewnętrzного, wykonywanie obliczeń niezbędnych dla ustalenia wyniku pomiaru, ob-



Rys. 2 Przebiegi w charakterystycznych punktach układu - cykl pomiarowy

Rys. 3. Przebiegi w charakterystycznych punktach układu - cykl korekcji





Rys. 4 Płytką wyświetlacza:
 a) mozaika ścieżek (skala 2:1)
 b) rozmieszczenie zwór i elementów

służą do wyświetlania wyniku i wyznaczenie poprawki umożliwiającej korektę częstotliwości generatora zewnętrznego. Impulsy zewnętrzne są zliczane przez wewnętrzny licznik procesora, sterowany z wejścia TIMER. Cykl pomiarowy rozpoczyna się z chwilą wyznaczenia i wyświetlenia wyniku poprzedniego pomiaru. Jako zegar wewnętrzny jest wykorzystywany licznik faz wyświetlacza, którego częstotliwość jest uzyskiwana na drodze odpowiedniego podziału częstotliwości zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Funkcja ta jest realizowana programowo. Pomiar trwa przez czas zależny od wartości napięcia na końcówce PB5. Wartość tego napięcia, regulowana potencjometrem 47k dołączonym między zacisk TP

a masę, jest mierzona za pomocą przetwornika A/C wbudowanego wewnątrz kontrolera.

Podczas trwania pomiaru procesor nadzoruje wyświetlanie poprzedniego wyniku. Na liniach PB0..PB4 kontroler wystawia adres pola wyświetlanego, podczas gdy treść pola jest wysyłana szeregowo do rejestru przesuwającego IC2. Wyprowadzenie PB6 służy jako zegar transmisji, a PB7 jako wyjście danych. Odpowiednie przebiegi napięć przedstawia rys. 2.

Układ wyświetlania wyniku

Wyświetlacz jest wykonany z wykorzystaniem wskaźników LED ze wspólną anodą. Ze względu na mały prąd wyjściowy kontrolera konieczne jest wzmocnienie sygnału wybie-

rania anod tranzystorami T1..T5. Prąd zasilania segmentów ustalają rezystory R1..R8, podłączone wprost do wyjść rejestru IC2. Wyjścia te mają wydajność prądową dostateczną do sterowania segmentów.

Układ korekcji częstotliwości

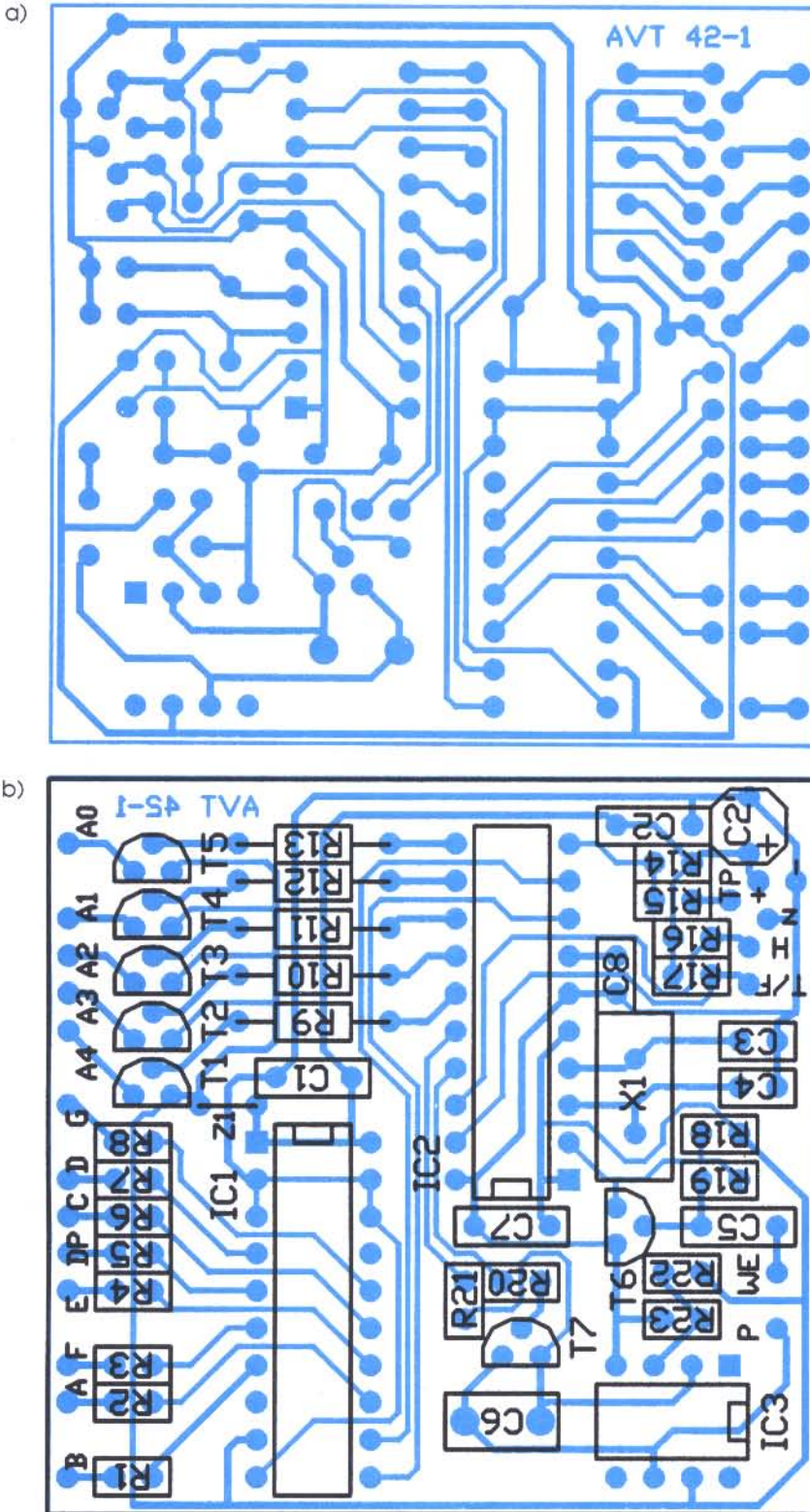
Podczas pomiaru kontroler koryguje napięcie wyjściowe poprawki „P” poprzez „wstrzyknięcie” odpowiedniego ładunku elektrycznego do kondensatora C6 integratora IC3. Plaryzacja i czas ładowania są zależne od odchyłki częstotliwości w stosunku do ustalonej jako wzorcowa (przebiegi na rys. 3.).

Dzielnik R22/R23 dostarcza napięcie odniesienia (2.5V) dla integratora, który jest „pompowany” prądem z końcówki kontrolera PA3

poprzez rezystor R21. Tranzystor T7 umożliwia rozładowanie kondensatora C6 (korekcja włączona). Dla zapewnienia prawidłowej pracy układu poprawki konieczne jest zastosowanie elementów o minimalnych prądach upływu. W przeciwnym wypadku napięcie wyjściowe

poprawki (zacisk P) może zmieniać się samoistnie, szczególnie przy długim czasie podtrzymania wyniku. Długotrwały pomiar jest z kolei konieczny dla zapewnienia dużej dokładności pomiaru i tym samym dla dokładnej poprawki.

Rys. 5 Płytki procesora: a) mozaika ścieżek b) rozmieszczenie elementów



Montaż

Miernik jest zmontowany na dwóch płytkach drukowanych: wyświetlacza AVT42-2 (rys. 4.) i procesora AVT42-1 (rys. 5.). Płytki te są połączone pomiędzy sobą łącznikami z drutu srebrzonego o średnicy 0,7mm.

Podczas montażu należy zapewnić warunki właściwe dla montowania układów CMOS. Należy pamiętać, że nie uziemiona lutownica lub elektryzujące się ubranie mogą spowodować uszkodzenie kosztownego procesora.

Montaż należy rozpocząć od przylutowania zwró na płytce wyświetlacza AVT42-2. Zwory te mogą być wykonane przewodem w izolacji lub „srebrzanką”, o średnicy od 0,5 do 0,7mm. Zwory są zaznaczone na rysunku płytki jako nie oznakowane ścieżki na warstwie opisu.

Kolejnym etapem montażu jest wlutowanie łączników płytek do płytki AVT42-2. Należy w tym celu przygotować 13 odcinków drutu długości ok. 25mm zagiętych na jednym końcu w pętłę, o rozstawie 2,54mm. Odcinki te należy wlutować do płytki AVT42-2, wprowadzając je od strony elementów w otwory umieszczone wzdłuż osi płytki i opisane A0, A1, A2, A3, A4, g, d, c, dp, e, f, a, b. Każdy drut powinien być wlutowany w dwa punkty lutownicze, czemu służą wygięte uprzednio pętliki. Dłuższe zakończenia drutów powinny wystawać z otworów, przy których umieszczone są napisy. Krótkie końce należy obciąć. Po sprawdzeniu czy zmontowane zostały wszystkie zwory i łączniki, można przystąpić do wlutowania wyświetlaczy i diod LED. Kwadratowe pola oznaczają nóżki nr 1 wyświetlaczy. Diody LED należy wmontować wkładając dłuższą nóżkę (anoda) w otwór umieszczony bliżej krawędzi płytki. Po całkowitym zmontowaniu płytki AVT42-2, należy wykorzystać nie zmontowaną płytkę AVT42-1, do ukształtowania łączników. W tym celu należy płytkę tę nasunąć na łączniki, a następnie odgiąć pod kątem prostym. Istotne jest, aby płytki były w odległości ok. 5mm w chwili rozpoczęcia gięcia. Zapewni to możliwość łatwego zsuwania i nasuwania płytki AVT42-1.

Po ukształtowaniu łączników i u-

pewnieniu się, że zostały one wygięte prawidłowo, można przystąpić do montażu płytki procesora. Kolejność montażu nie jest tutaj krytyczna, z tym że ostatnim wlutowanym elementem powinien być procesor. Jako układ CMOS jest on szczególnie wrażliwy na wyładowania elektrostatyczne.

Po zmontowaniu płytki procesora należy dokładnie sprawdzić czy montaż jest prawidłowy. Wykonanie poprawek po wlutowaniu łączników będzie znacznie utrudnione. Po sprawdzeniu montażu należy płytkę AVT42-1 nasunąć na łączniki i przylutować.

Uruchomienie

Uwagi ogólne

Po włączeniu układu powinny się zapalić wszystkie segmenty wyświetlacza i wszystkie diody LED. Stan ten powinien trwać przez czas podtrzymania wyniku. Długość tego czasu jest ustalona przez dzielnik rezystorowy R14/R15, oraz stan wejścia TP. Jeśli jest ono rozwarne, to czas podtrzymania wyniku wynosi ok. 98s. Zwarcie zacisku TP do masy (w pobliżu jest przewidziany punkt lutowniczy masy) ustala czas pomiaru na ok. 1s. Wartościom napięcia pośrednim pomiędzy masą układu a napięciem zasilania odpowiadają pośrednie wartości czasu podtrzymania wyniku. Napięcie to jest mierzone przez procesor za pomocą wewnętrznego przetwornika A/C.

Miano wyniku jest określone za pomocą położenia kropki dziesiątej i diod LED: V3 - mikro, V4 - mili, V5 - kilo. O tym czy wynik jest wyświetlany w hercach czy w sekundach, decyduje pozycja przełącznika podłączonego do zacisku T/F. Rozwarcie oznacza pomiar częstotliwości, zwarcie z masą - okresu. Pozycja przełącznika jest uwzględniana od następnego pomiaru.

Dioda LED V6 sygnalizuje pracę układu korekcji częstotliwości. Włączenie trzymania następuje w wyniku zwarcia zacisku H do masy układu (krótkotrwałego). Od tej chwili na wyjściu F napięcie zmienia się zależnie od odchyłki częstotliwości, rośnie gdy częstotliwość maleje, jako odniesienie przyjmowany jest ostatni wynik pomiaru, pierwszy po włączeniu tej funkcji. Funkcję tę można wyłączyć ponownym zwarciem wejścia H do masy. Stan V6 jest

aktualizowany razem z wynikiem. Funkcja ta ulega automatycznemu wyłączeniu, jeśli odchyłka częstotliwości przekroczy ok 1%.

Wykonanie pomiaru jest sygnalizowane krótkotrwałym wygaszeniem wyświetlacza.

Uwaga

1. Raptowna zmiana częstotliwości z klikuset Hz na większą niż 5kHz może spowodować wyświetlenie wszystkich segmentów wyświetlacza na czas jednego pomiaru. Nie jest to nieprawidłowe.

2. Przy pomiarze okresu sygnału o częstotliwości zbyt małej w stosunku do czasu podtrzymania wyniku (pomiaru), następuje wyświetlenie litery „E” na wszystkich pozycjach wyświetlacza.

Uwagi szczegółowe

Miernik należy podłączyć do zasilacza z napięciem regulowanym od 0.5 do 5.5V łącząc w szereg z zasilaniem amperomierz. Uruchomienie należy rozpocząć od napięcia zasilania 0.5V. Pobór prądu nie powinien przekraczać 1mA przy napięciu 0.5 do 1V. Większy pobór prądu oznacza, że na płycie drukowanej jest zwarcie. Dla napięcia 5.5V pobór prądu przy świecącym wyświetlaczu nie powinien przekraczać 150mA, przy nieświecącym 35mA. Przy powolnym zwiększaniu napięcia zasilania miernik może nie zadziałać. Maksymalny czas ustalania się właściwego dla miernika napięcia zasilającego wynosi 5ms. Ponieważ przy regulacji gałką zasilacza jest to trudne do uzyskania, należy miernik uruchomić przez wyłączenie i ponowne włączenie zasilania.

Po sprawdzeniu prawidłowości warunków pracy układu, należy sprawdzić czy miernik prawidłowo realizuje wszystkie przewidziane funk-

cje. Wskazane jest sprawdzenie dokładności miernika generatorem wzorcowym. Wystarczy w tym celu wykonanie pomiaru dla jednej częstotliwości, dowolnie wybranej w zakresie pomiarowym przyrządu.

W wypadku nieprawidłowej pracy urządzenia pomocne będą rysunki przebiegów napięcia w wybranych punktach układu.

AVT

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory 0.125W

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8: 1.8M
R9, R10, R11, R12, R13: 2.2k
R14, R16, R17, R20, R22, R23: 47k
R15: 510Ω
R18: 22k
R19: 2.2M
R21: 1.8M

Kondensatory

C1: 47nF, KFP
C2: 10μF/6V
C3, C4: 18pF, KCP
C5, C7: 220nF, MKT
C6: 1000nF, MKT
C8: 22nF, KFP

Wyświetlacze

V1, V2: SL1285
V3, V4, V5, V6: CQP431

Tranzystory

T1, T2, T3, T4, T5, T7: BC308
T6: BC238

Układy scalone

IC1: ST62E15
IC2: 74LS299
IC3: TL081

Kwarc

X1: 8MHz, RS3011

Różne

Druć miedziany srebrzony, φ0.7mm, ok. 0.3mb
Potencjometr 47k do regulacji czasu pomiaru (TP-masa)
Przycisk "Trzymaj" (H-masa)