

# Elektroniczna stacja meteorologiczna, część 3

*W poprzednich numerach opisano układy czujników elektronicznego biura meteorologicznego i multiplekser wyjściowy.*

*W trzeciej części znajduje się opis sprzęgu do komputerów PC, opis konstrukcji mechanicznej wskaźnika kierunku i szybkości wiatru oraz procedury końcowego sprawdzenia i regulacji układu.*

## Sprzęg komputerowy

Schemat sprzęgu (interfejsu) do komputerów kompatybilnych z PC znajduje się na rys. 15. Zawiera on złożony z układów IC19 i IC20 dekodery adresów sprzęgu, trójstanową rejestr wyjściowy IC21 i używany do sterowania dodatkowy zatrask danych IC18. Wszystkie komputery kompatybilne z PC są wyposażone w kilka złączy, w które można wstawiać płytki rozszerzające dodatkowych układów peryferyjnych. Dane mogą być wpisywane lub odczytywane pod adresy portów rozszerzenia w zakresie od &h300 do &h31F. Zadaniem dekodera adresów jest umożliwienie komputerowi komu-

nikowania się tylko z tym układem z pośród połączonych z portem, który za pomocą właściwego adresu został wskazany przez program.

W wyborze adresów z bloku &h300 do &h307 pośredniczy bramka OR IC19a i selektor danych IC20. Po detekcji sygnału odczytu lub zapisu pod jednym z tych adresów, wyjście Y1 (14) IC20 przechodzi w stan niski. Wyjście to łączy się z bramkami OR IC19b i IC19c. Sygnałem odczytu nadchodzącego z komputera jest przejście linii RD\ w stan niski, w ślad za nią także wyjścia 6 IC19c. W rezultacie trójstanowy bufor IC21 przekazuje dane ze swoich wejść D0...D7 (końcówki 2...9) do wyjść Q0...Q7 (końcówki 12...19).

Wejście danych D0 IC21 jest połączone z wyjściem VCO (oscylatora sterowanego napięciem) IC9 na rys. 11. Pozostałe wejścia nie są używane, są więc połączone z masą. Program co pewien czas powtarza odczyt stanu IC21 i oblicza częstotliwość wyjściową.

Linie danych komputera są także połączone z liniami wejść danych D0...D5 6-bitowego zatrasku IC18. Jeżeli z komputera nadchodzi sygnał zapisu, to wy-

jście bramki OR IC19b przechodzi w stan niski, pobudzając IC18 do zatrzaśnięcia danych na wejściach D0...D5 i do przekazania ich do wyjść Q0...Q5 (końcówki 2, 5, 7, 10, 12 i 15).

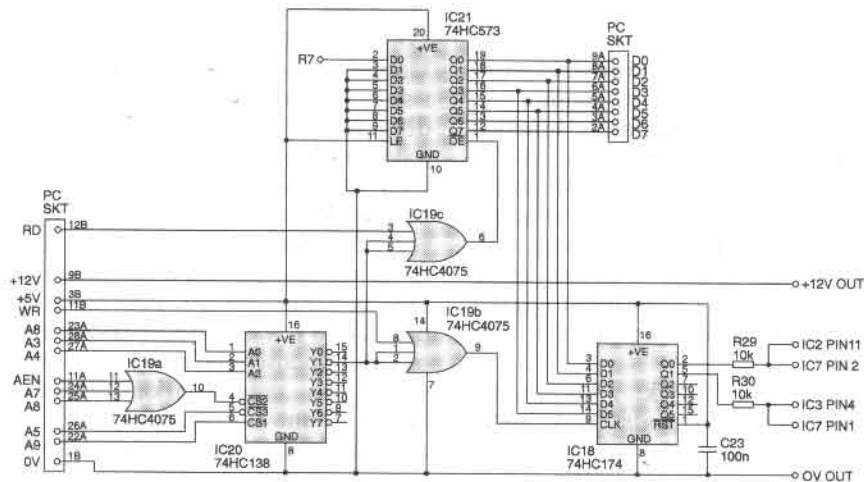
Wyjście Q1 IC18 (5) przez rezystor R30 łączy się z wejściem zegarowym (końcówka 1) IC7 na rys. 11 i z końcówką 4 IC3b na rys. 3. Każdy sygnał zapisu, w którym zostaje przerzucony bit 1 danych, automatycznie wysyła do tych wejść impuls zegarowy.

Licznik IC7a (rys. 11) zlicza wszystkie te impulsy zegarowe, formując na swoich wyjściach QA0...QA3 odpowiadający im kod dwójkowy. Jak już to omówiono w części 1, kod ten wyznacza źródło, którego dane mają pojawić się na wyjściu 3 IC8.

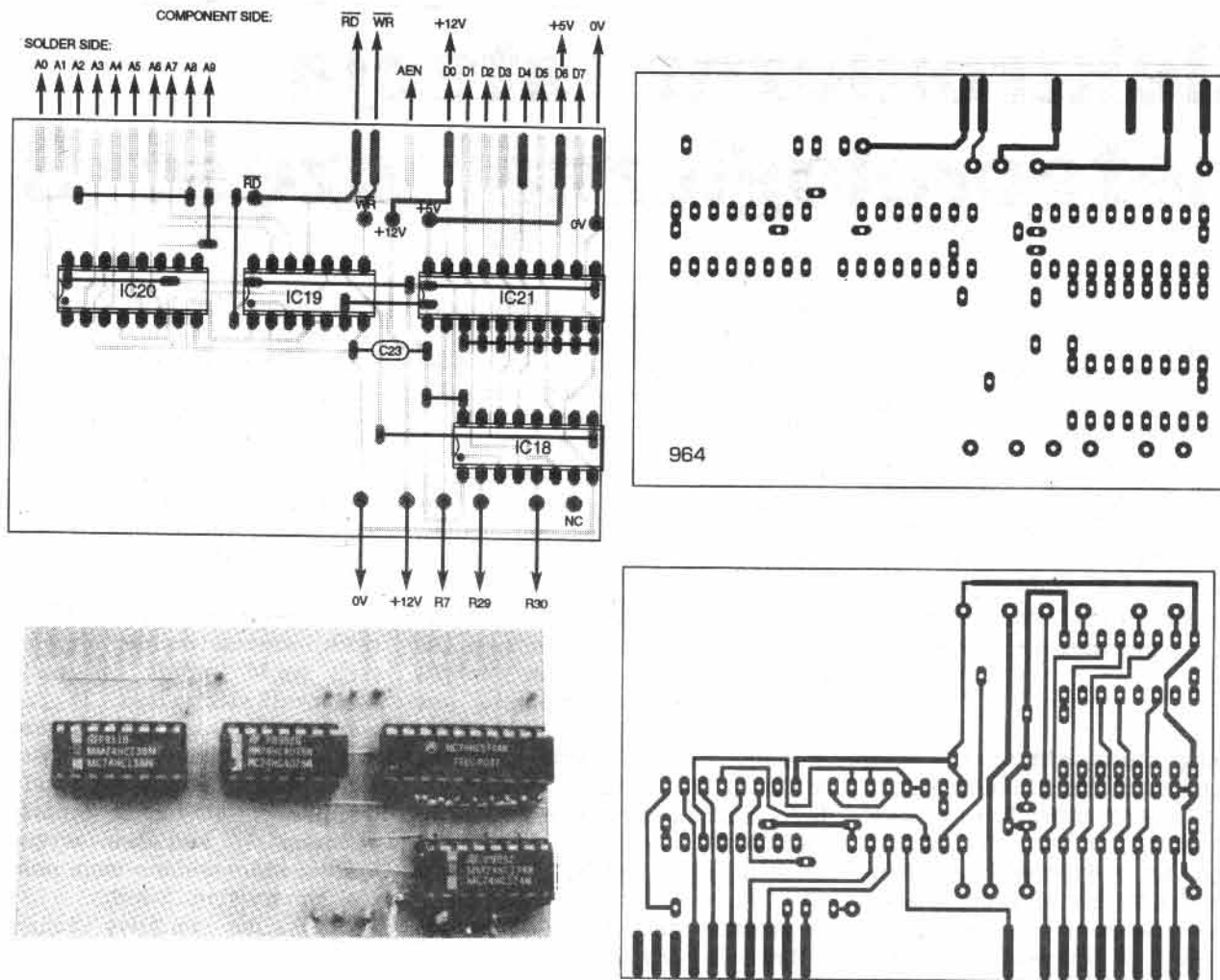
Te same impulsy zegarowe służą także do odczytania danych czujnika obrotów, przechowywanych w rejestrze przesuwym IC4 (rys. 3). Może to zostać wykonane tylko wtedy, gdy bramka przełączająca IC3b-IC3c-IC3d zostanie odpowiednio ustawiona przez IC2, jak omówiono to w części pierwszej i drugiej.

Synchronizację licznika IC7a (rys. 11 i rys. 15) osiąga się periodycznym kasowaniem go przez wysyłane do IC18 sygnały zapisu, które wprowadzają jego wyjście Q0 w stan wysoki. Wyjście to jest połączone przez rezystor R29 z wejściami 2 i 13 IC7. Pierwsze jest wejściem kasującym licznika IC7a, a drugie wejściem zegarowym licznika IC7b.

Powtarzające się przerzucanie wejścia zegarowego IC7b powoduje zmianę stanu wyjścia QB0 licznika z częstotliwością dwukrotnie niższą od częstotliwości zegarowej. Poziomy wyjściowe QB0 IC7, połączonego z wejściem X1 IC8, dostarczają wysokiego i niskiego napięcia odniesienia, które są używane przez program do kompensacji wpływu temperatury na częstotliwość VCO, IC9a.



Rys. 15. Schemat sprzęgu komputerowego do PC.



Rys. 15. Widok płytki drukowanej Interfejsu i rozmieszczenie elementów.

Układ sprzęgu jest zasilany z komputera napięciem +5V.

**Płytką sprzęgu**

Mozaika ścieżek płytki drukowanej sprzęgu i rozmieszczenie na niej elementów są przedstawione na rys. 16. Płytką jest dostępna pod kodem 964 (do zakupienia w redakcji EwPE). Po wyłączeniu komputera trzeba wstawić płytkę w jedno ze złączy szczelinowych komputera, aby sprawdzić czy ustawienie wyprowadzeń krawędziowych względem styków szczelinowych jest poprawne. Płytkę należy zorientować korzystając z podręcznika komputera. W razie potrzeby powinna zostać dopilowana, poczym można ją wyjąć.

Płytką jest dwustronna, ale bez metalizowanych otworów, trzeba więc wlutować wszystkie zworki. Powinno to zostać wykonane w pierwszej kolejności, najlepiej ocynowanym drutem miedzianym o średnicy 0,5mm. Przed przyluto-

waniem zworki, znajdującej się tuż poniżej IC21, we wszystkie otwory należy wlutować szpilko-wo końcówki lutownicze, a dopiero do nich przylutować zworkę. Następnie należy wlutować podstawki układów scalonych, a do wszystkich pozostałych otworków szpilkowe końcówki lutownicze. Nie należy jeszcze wstawiać układów scalonych.

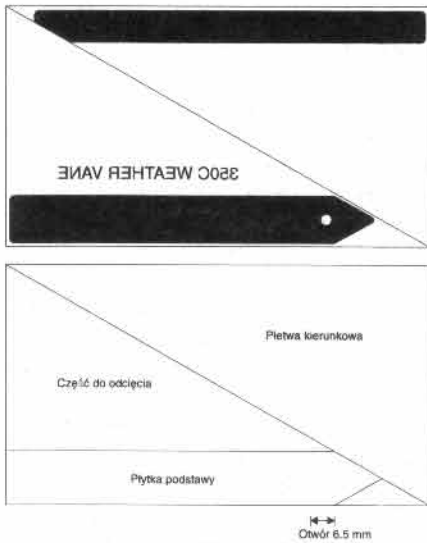
Po zakończeniu montażu płytki trzeba dokładnie sprawdzić, czy wszystkie punkty lutowania są poprawne i czy pomiędzy ścieżkami nie powstały zwarcia. Teraz należy wstawić płytkę w złącze szczelinowe komputera i włączyć go. Jeżeli start nie przebiega normalnie, należy natychmiast wyłączyć komputer i ponownie sprawdzić poprawność montażu i lutowania.

Po wyjęciu płytki z komputera można teraz do podstawek wstawić układy scalone, pamiętając że wszystkie są typu CMOS, i że trzeba chronić je przed ładunkami

elektrostatycznymi. Płytkę należy teraz ponownie sprawdzić w komputerze.

**Przygotowanie obudowy**

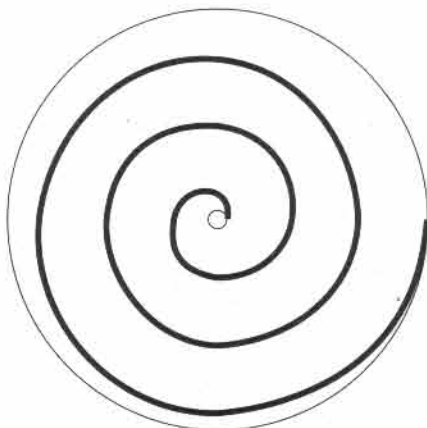
Następnym zadaniem jest wybór i przygotowanie obudowy. Szczegóły dotyczące wiercenia otworów nie zostały podane, ponieważ rozmiary i pozycje otworów mogą się różnić. Przybliżone pozycje otworów dla chorągiewki kierunkowej, rotora wiatromierza i stojaka można oszacować według fotografii prototypu. Pod fotopornikiem (R43) należy wywiercić otwór o średnicy około 25mm. W bocznej ścianie obudowy od strony zasilania na płycie drukowanej, po wywierceniu odpowiedniego otworu, przykręca się plastikowy kołnierz, przeznaczony do mocowania rurki wodociągowej od rezerwuarka spłuczki. Posłuży on za łącznik obudowy ze stojakiem, pozwalając jednocześnie przeprowadzić przewody łączące układ z komputerem.



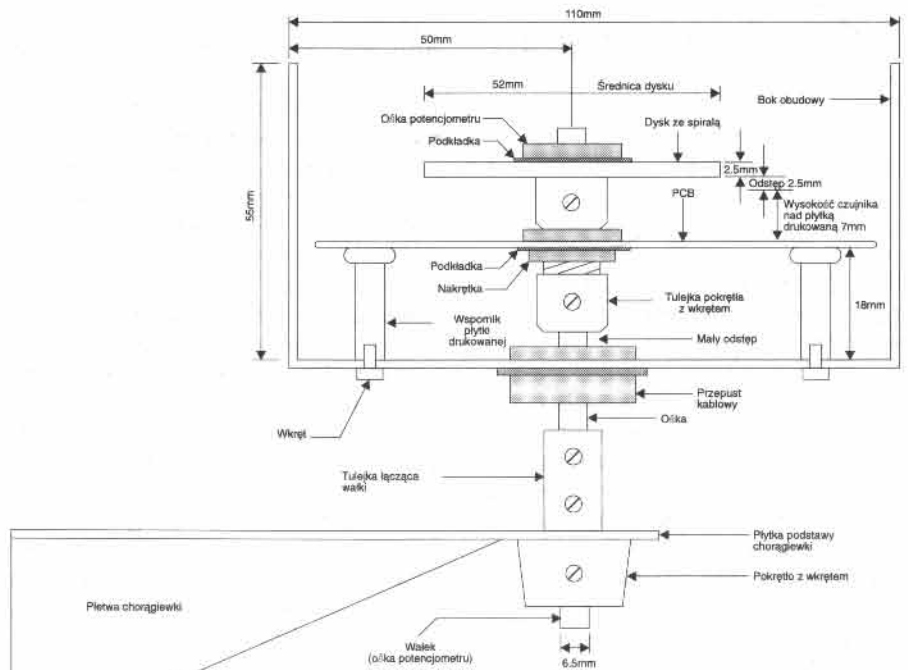
Rys. 17. Płytki drukowane chorągiewki wiatrowej.

### Chorągiewka i rotor

Większość mechanicznych elementów wskaźnika kierunku wiatru i wiatromierza została przystosowana ze standardowych podzespołów elektronicznych, jak potencjometry obrotowe, pokrętła itp. Chorągiewkę wskaźnika kierunku wykonuje się z płytki drukowanej, pokazanej na rys. 17. Płytkę tę można nabyć (kod 965) wraz z płytką drukowaną układu (kod 963). Płytkę należy starannie wyciąć przy pomocy drobnej pilki do metali i wygładzić drobnym pilnikiem. W podłużnej płytce podstawowej trzeba jeszcze wywiercić otwór, przez który będzie się dało przesunąć oś potencjometru. Płatwę chorągiewki należy teraz przylutować pod kątem prostym do płytki podłużnej według fotografii i rys. 18. Rysunek ten



Rys. 19. Spirala przesłaniająca detektor kierunku wiatru (skala 1:1).



Rys. 18. Szczegóły konstrukcyjne chorągiewki wiatrowej.

pokazuje także, jak chorągiewka i tarcza ze spiralą powinny zostać umocowane do głównej płytki drukowanej wewnątrz obudowy. Tulejkę mocującą wymontowuje się ostrożnie ze standardowego potencjometru.

Spirala użyta w czujniku kierunku jest pokazana na rys. 19.

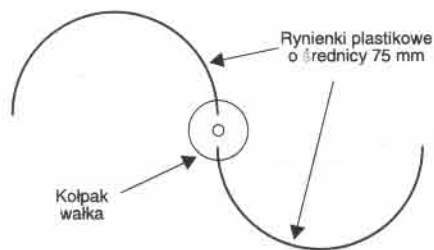
Przeźroczysta folia ze spiralą jest dostępna pod kodem 963. Można także wykonać kserokopię na folii w jednym z wielu zakładów kserograficznych. Zaczernienie na pojedynczej kopii może okazać zbyt małe, ale staranne złożenie razem dwóch kopii powinno być dla czujnika optycznego wystarczające.

Możliwe jest także wykonanie spirali przy pomocy czarnej taśmy, używanej do ręcznego wykonywania płytek drukowanych, wymaga to jednak dużej dokładności i cierpliwości. W ten sposób została wykonana spirala do prototypu. Zwiększanie przeźroczystości kserokopii papierowej nie jest godne zalecenia, ponieważ otrzymany obraz jest zbyt mało kontrastowy. W prototypie folię ze spiralą przyklejono do krążka wyciętego z pleksiglasu za pomocą dwustronnej folii samoprzylepnej.

Krążek powinien zostać

umieszczony możliwie jak najbliżej czujnika optycznego w sposób umożliwiający swobodne obracanie się. Powierzchnia ze spiralą powinna być zwrócona w stronę fotorezystora, aby rozdzielczość obrazu była jak największa. Kierunek obracania się tarczy jest obojętny, ponieważ daje się korygować w programie. LED skierowaną w dół, w stronę środka linii pikseli czujnika optycznego, montuje się około 22mm ponad tarczą. Wysokość jej umieszczenia może ewentualnie wymagać korekcji, aby uzyskać najlepszy sygnał w pełnym kącie obrotu spirali. Na ekranie komputera jest wyświetlany wykres słupkowy bitów danych, który jest pomocny podczas tej regulacji.

Pomysł rotora wiatromierza został wzięty ze statków w Poole Harbour. Jego przekrój jest ukształtowany w formie S, obracającego się wokół środkowego punktu, jak pokazują rys. 20 i rys. 21. Jego dwa skrzydełka zostały wykonane z odcinków plastikowej rynienki, nabytej w sklepie dla majsterkowiczów. Zostały przymocowane do osi małego, taniego, wałka malarskiego, z którego zdjęto wkład z gąbką. Rynienki zostały przycięte do rozmiarów szkieletu



Rys. 20. Schematyczny widok z góry wiatraczka zespołu wiatromierza.

wałka i wsunięte w szczeliny wycięte w kołpakach szkieletu. Dodatkowy kawałek rynienki został przycięty do rozmiarów prostokąta, do którego przykręcono skrzydła wiatromierza. Do ułożyskowania rotora użyto tulejki od potencjometru.

Przed przymocowaniem rynienek uchwyt wałka został wyprostowany za pomocą młotka i imadła, a następnie przycięty na taką długość, aby przeszedł przez całą obudowę METEO. Koniec osi rotora został wsunięty w przepust kablowy, umocowany w dolnej ścianie obudowy. Nie ma potrzeby, aby oś obracała się.

W dolny kołpak szkieletu został wciśnięty i przyklejony magnes z pionowo przebiegającą osią biegunów (skierowanie biegunów jest dowolne). Czujnik Halla TX5 przytwierdzono następnie od spodu pokrywy obudowy, dokładnie pod torem wirowania magnesu.

Tak wykonany wiatromierz okazał się niezmiernie czuły na najsłabsze nawet podmychy. W celu wyznaczenia współczynnika przetwarzania szybkości wiatru na szybkość obrotową rotora dokonano szeregu testów drogowych.

Łożyska zarówno rotora, jak i chorągiewki wymagają dobrego smarowania. Zapobiega ono także przedostawaniu do wnętrza się wody deszczowej.

### Uruchomienie i regulacja

Wstępnej regulacji wszystkich czujników, za wyjątkiem wiatromierza, dokonuje się w pomieszczeniu. Płytki czujników i sprzęgu łączy się nieekranowanym przewodem o długości 3 do 4 metrów. Kartę sprzęgu należy wstawić do komputera.

Na ekranie wyświetlany jest szereg danych odczytywanych z czujników w postaci napięć

i przetworzonych jednostek, jak milibary, km/h, namiary kompasu itp. Liczby te są pomocne przy regulacji układu i doborze wpisywanych do programu poprawek.

W układzie wymagają regulacji cztery potencjometry montażowe, VR1, VR2, VR4 i VR5. Regulację należy zacząć od VR2. Potencjometr ten, jak widać na rys. 11, dostarcza napięcia wstępnego do wzmacniacza operacyjnego IC17a, i optymalizuje zakres napięcia sterującego VCO, w zależności od minimalnego i maksymalnego napięcia wyjściowego multiplexera IC8.

Po załadowaniu programu należy tymczasowo uruchomić polecenie „STOP“ w wierszach 400 i 410, przez skasowanie w nich instrukcji „REM“, a następnie uruchomić program obserwując napięcie na wyjściu 3 IC8. Gdy program zatrzyma się w wierszu 400, napięcie to powinno wynosić około 0V. Jeżeli wynosi około +5V, należy ponownie uruchomić program, który zatrzyma się na wierszu 410.

Gdy woltomierz wskaże napięcie 0V, trzeba zmierzyć napięcie na wejściu 9 IC9 (wejście VCO) i doprowadzić je do około 1,8V. Jest to minimalne napięcie, do którego charakterystyka VCO jest liniowa. Odczytaną wartość trzeba nadać parametrowi VMIN, w pobliżu początku listingu. Po naciśnięciu klawisza <CONT> i odczytaniu nowego napięcia na wejściu 9 IC9 (około 3,85V), trzeba tę wartość nadać parametrowi VMAX.

Po przywróceniu w wierszach 400 i 410 instrukcji „REM“, należy program zapisać i ponownie uruchomić. Regulacji pozostałych potencjometrów można dokonać w trakcie działania programu.

Potencjometry regulacyjne czujnika ciśnienia VR4 (rys. 5) i czujnika wilgotności VR5 (rys. 6) wyznaczają po prostu minimalne stałe napięcia wyjściowe tych czujników. Trzeba tak je wyregulować, aby wyświetlane na ekranie wskazania stały się realistyczne.

Aktualne wskazania barometryczne można porównać z danymi z komunikatów telewizyjnych, trzeba jednak pamiętać, że odnoszą się one do poziomu morza,

muszą więc zostać przeliczone stosownie do wysokości, na której znajduje się czujnik.

W normalny suchy dzień, gdy nie jest zbyt duszno i nie zanoszą się na deszcz, można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że wilgotność wynosi około 50%. W wyjątkowo suche dni wilgotność może spadać do 30%, a w mieszkaniu w czasie prania, gdy atmosfera jest wilgotna, wilgotność może wynosić 70% do 90%.

Regulację potencjometru VR1 czujnika kierunku wiatru (rys. 3) należy przeprowadzić obserwując wskazania wykresu słupkowego w górnej części ekranu. VR1 powinien tak zostać ustawiony, aby detekcja pozycji spirali wywoływała na ekranie serię zer i jedynek. Przy środkowej pozycji suwaka VR1 stopniowe zmiany napięcia czujnika powinny prawidłowo wyzwalać komparator IC17a, korekcja jego położenia może się jednak okazać konieczna.

Zmianianie kątowej pozycji chorągiewki powinno wywoływać zmiany względnych pozycji zer i jedynek na wyświetlaczu. Wysokość ustawienia LED należy tak dobrać, aby wyświetlacz wykazywał możliwie najwyższą rozdzielczość pozycji spirali. Ważne, aby czujnik był oświetlony jedynie przez LED, a nie przez inne źródła światła. Trzeba pogodzić się z tym, że regulacja sprawia trochę trudności!

Przy sprawdzaniu czujnika poziomu deszczu płytkę przetwornika należy umieścić ponad wiadrem, z przetwornikiem skierowanym w dół i obserwować ekran podczas powolnego napełniania wiadra wodą. Wzrastający poziom wody wywołuje zmianę fazy pomiędzy sygnałem nadawanym i odbieranym. Program oblicza zmianę poziomu wody, a wynik wyświetla na ekranie.

Czujnik może zostać potem umieszczony nad zbiornikiem wody w ogrodzie i połączony długim przewodem z układem. Program powinien uwzględniać powierzchnię, z której zbierane są opady, jeżeli różni się ona od powierzchni zbiornika, w którym poziom wody jest mierzony.

Czułość detektora fazy jest tak duża, że reaguje on na spowodowane

wane deszczem falowanie powierzchni wody.

Jedynym sposobem wyznaczenie zależności szybkości wirowania wiatromierza od szybkości wiatru jest przeprowadzenie testów drogowych. W tym celu kompletny układ METEO w obudowie (ale bez komputera!) trzeba przewizorycznie zainstalować na zewnątrz samochodu. Do wyjścia 4 lub 7 IC22 należy przyłączyć woltmierz i w czasie jazdy notować napięcia wraz z odpowiadającymi im szybkościami samochodu. Poprawki obliczone na podstawie zebranych danych doświadczalnych trzeba następnie wprowadzić do programu.

Autor byłby wdzięczny każdemu czytelnikowi, który potrafiłby podać inną metodę, lepszą niż

wynajęcie tunelu aerodynamicznego! Teoretyczne obliczanie współczynnika konwersji szybkości obrotów wiatromierza na szybkość wiatru byłoby obciążone zbyt dużym błędem z powodu konieczności uwzględnienia dużej liczby trudnych do wyznaczenia czynników.

Do multipleksera IC8 można doprowadzić napięcie testujące. Posługując się rozmieszczeniem elementów na płytce, pokazanym na rys. 13, trzeba w tym celu odłączyć przewód od punktu oznaczonego „SPEED“ i połączyć go z punktem oznaczonym „TEST V“. Multipleksers IC8 zostanie w ten sposób odłączony od czujnika szybkości wiatru i połączony z suwakiem (w) potencjometru VR6.

Obudowa łączy się ze stojakiem poprzez wspomniany już kołnierz od rezerwuarka spłuczki, przez który i przez rurki stojaka przeprowadzone zostały przewody.

Maksymalna dopuszczalna długość przewodów, łączących stację meteo z komputerem, nie jest znana, ale użyty w prototypie 20 metrowy nieekranowany 5-żyłowy kabel nie wywołał żadnych zauważalnych złych skutków.

**John Becker, EWPE**

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika „Everyday with Practical Electronics“.

**Uwaga!**

Redakcja EP nie prowadzi sprzedaży płytek, elementów i oprogramowania do opisanego w artykule projektu. Osoby zainteresowane zakupem tych podzespołów proszone są o kontaktowanie się bezpośrednio z redakcją miesięcznika EWPE pod numerem

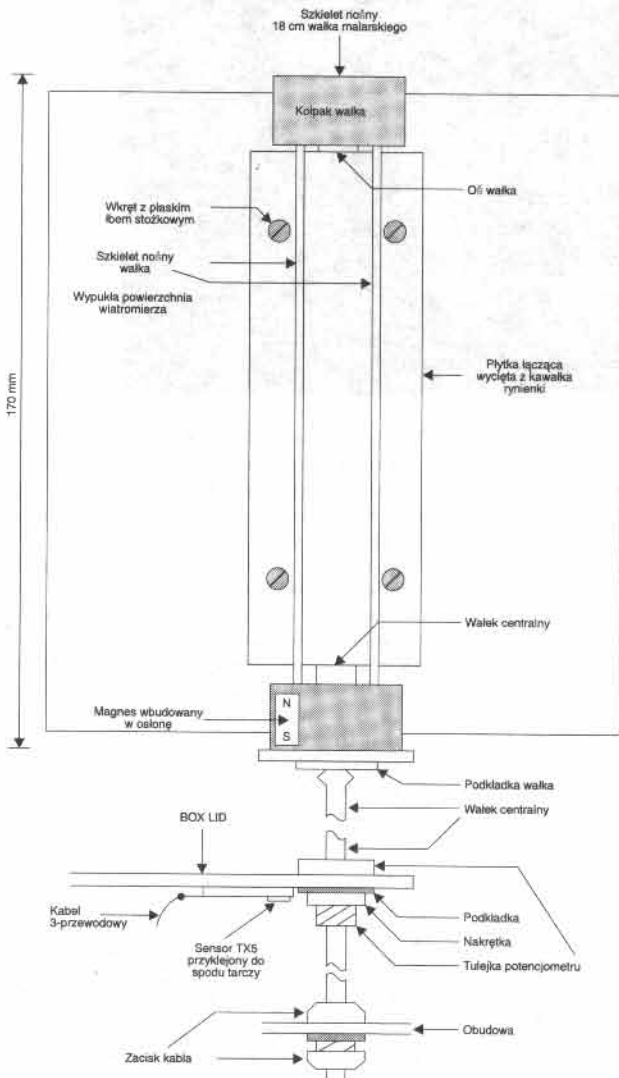
telefonu: (01202) 881749

fax: (01202) 841692

W czasie działania programu ustawia się pozycję VR6 obserwując różnocześnie wskazania woltmierza. Mierzone napięcie porównuje się z wielkością wskazywaną na ekranie kompensując ją w razie potrzeby w programie. Zmian współczynników wprowadzanych do programu powinno się dokonywać logicznie na podstawie obserwacji odczytów i porównywania z innymi źródłami danych. Trzeba też pamiętać o zapisywaniu programu po każdorazowej modyfikacji.

### Instalacja

Cały układ METEO autor zmontował w swoim ogrodzie na stojaku wysokości około 1,5m, wykonanym z plastikowych rurek wodociągowych o średnicy około 21mm. Rurki miedziane zapewniłyby konstrukcji lepszą stabilność.



Rys. 21. Schematyczny widok z boku mechanicznego zespołu rotora wiatromierza, oraz widok zmontowanego rotora na obudowie układu.