

NR IND 372161

praktyczny Elektronik

WWW.PE.COM.PL

nr 5'2001 (106)

CENA 5,80 PLN (zawiera 7% VAT), DM 6

ISSN 1232-2628

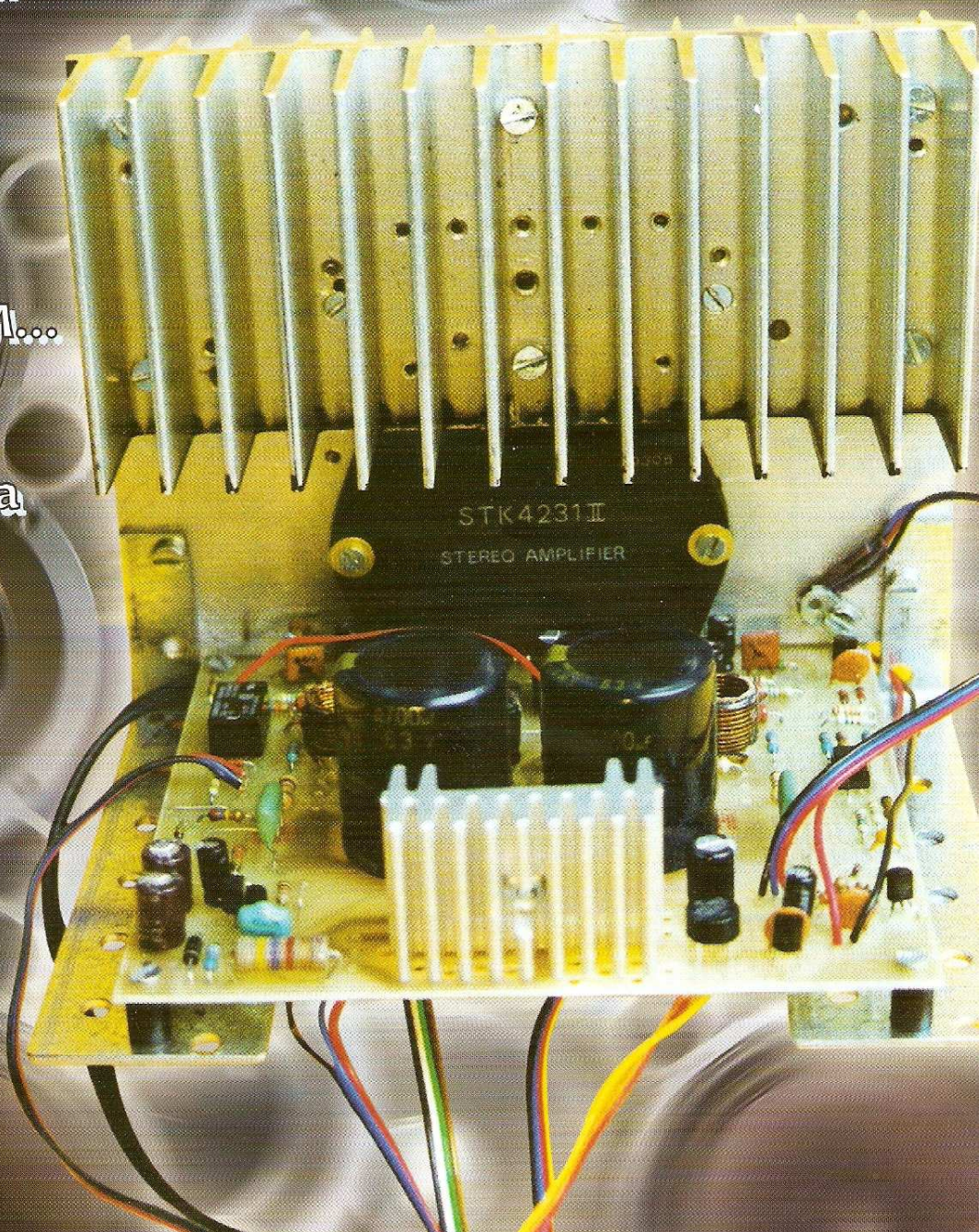
Wzmacniacz 250 W

**Termohigrometr
elektroniczny**

Strachokomar

**Programator
pamięci EPROM...**

**Woltomierz
elektroakustyka**



Termohigrometr elektroniczny

Przedstawiony układ, to nic innego jak prosty i funkcjonalny termohigrometr, czyli przyrząd mierzący temperaturę i wilgotność względną. Wartości wskazywane są na 3 cyfrowym wyświetlaczu LCD ze znakiem. Układ bazuje na popularnym ICL 7106 (lub ICL 7116). Po niewielkich przeróbkach (uproszczeniu) można przerobić go na termometr dwupunktowy.

Zasada działania układu ICL 7106/7116 – czyli przetwornika A/C znana jest chyba wszystkim. Układ porównuje różnicę napięć na wejściach INHI i INLO z wartością napięcia odniesienia (UREF), a wyniki porównania pokazuje na wyświetlaczu. Napięcie ustawione na INLO to napięcie odpowiadające wskazaniu zera, na REFHI napięciu odniesienia. Po doprowadzeniu tych napięć do układu, na wyświetlaczu ukazuje się wynik pomiaru. Oczywiście potrzeba jeszcze kilku elementów zewnętrznych oraz przetworniki wielkości takich jak wilgotność i temperatura na wielkości elektryczne.

Układ termohigrometru może zostać zbudowany w oparciu o ICL 7106 lub ICL 7116. Zasada działania tych przetworników jest identyczna, różnią się nieco wyprowadzeniami i opcjami sterowania wyświetlaczem. Dla naszego obwodu nie to ma znaczenia, zależnie od tego który układ zastosujemy, wykonujemy odpowiednie połączenia na płytce drukowanej.

Ponieważ mierzymy dwie wartości za pomocą jednego przetwornika A/C, musimy wyposażyć nasz układ pomiarowy w przełącznik zarówno napięcia mierzonego, jak i napięcia odniesienia. Elementem przełączającym wejścia INLO,

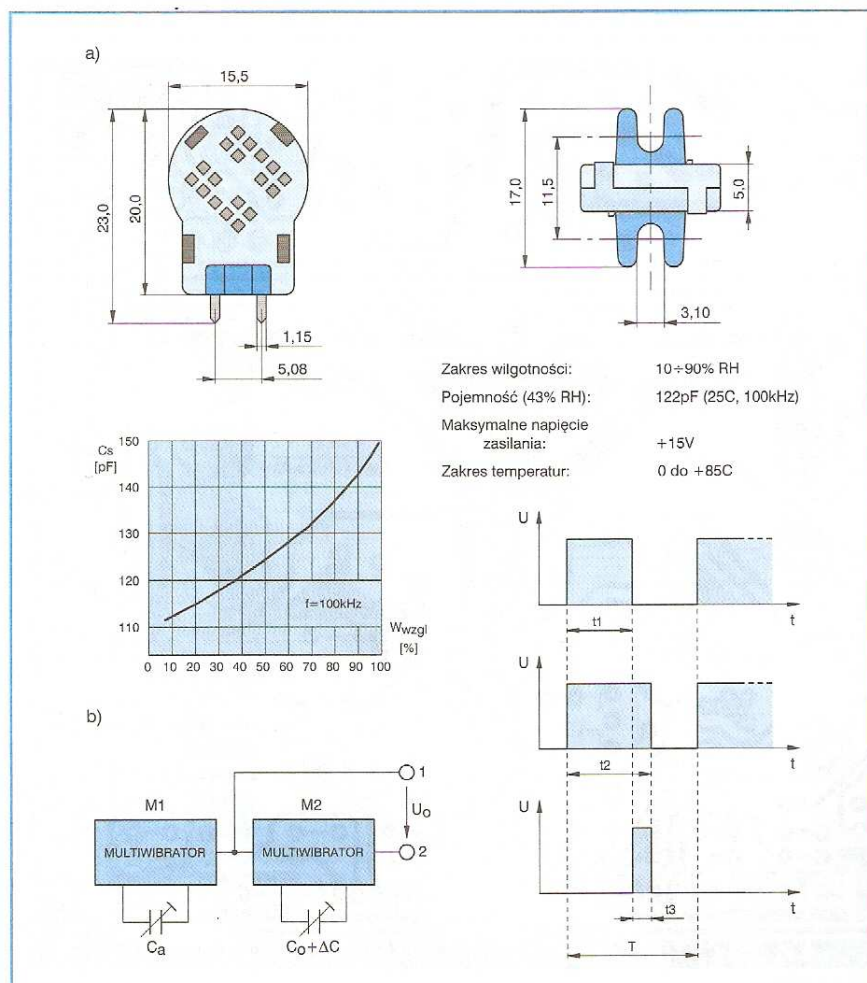
INHI i REF jest układ US3 (4053) sterowany przez dwustanowy multiwibrator zbudowany na układzie US6 (555), którego takt zmienia wskazania na wyświetlaczu: temperatura, wilgotność, temperatura... Częstotliwość zmian ustalamy elementami R21, R22, C14. Przy wartościach takich jak na schemacie jedno wskazanie trwa około 10 sekund. Aby nie pomylić wskazań na wyświetlaczu (np. nie odczytać odwrotnie wilgotności 26.0 i temperatury 45.0) zastosowano dodatkowy segment wskazujący pomiar np. wilgotności. Jest on „zapalony” przy pomiarze wilgotności i „zgaszony” przy pomiarze temperatury. W tym celu wykorzystano układ U55 (4030), jest on niezbędny również do zasilania kropki dziesiętnej.

Przy zastosowaniu zwykłego wskaźnika LCD symbol LOBAT (przeznaczony do wskazywania niskiego poziomu baterii), może nam służyć jako taki wskaźnik.

Teraz słowo o przetwornikach wielkości takich jak temperatura i wilgotność na wartości elektryczne.

Przetwornikiem temperatury jest popularny KTY-81-120, zamieniający temperaturę na rezystancję. Może on pracować w zakresie temperatur od -55 do $+150^{\circ}\text{C}$ wykazując w całym tym zakresie liniową zależność rezystancji od temperatury. Czujnik włączony w obwód dzielnika R12-RT powoduje zmianę temperatury na napięcie, które dzięki wykorzystaniu wewnętrznego źródła napięcia odniesienia układu ICL 7106 (7116), jest bardzo precyzyjne i mierzone w odniesieniu do napięcia z dzielnika R10, P4, R11 (wartość), oraz R8, P3, R9 (poziom zera), daje bardzo dokładny pomiar. Warto zwrócić uwagę na fakt, że czujnik temperatury jest podłączony bezpośrednio do wyprowadzenia COM układu ICL 7106 (7116), przez co należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy układu, aby nie spowodować bezpośredniego zwarcia tego wyprowadzenia z napięciem zasilania obwodu, gdyż skończy się to bezpowrotnym uszkodzeniem źródła napięcia odniesienia.

Przetwornikiem wilgotności jest układ produkowany przez Philips'a o symbolu 2322 691 90001. Jest to przetwornik wilgotności względnej z zakresu od 10% do 90% na pojemność (od ok. 113 pF do ok. 143 pF). Przetwornik zamontowany jest w plastikowej perforowanej obudowie, w której



Rys. 1 a) wygląd przetwornika wilgotności, b) zasada pomiaru

umieszczona jest folia napylona dwustronnie cienką warstwą złota. Tworzy to kondensator płaski w którym folia jest dielektrykiem. Pod wpływem wilgotności powietrza ulega zmianie stała dielektryczna folii, pociągając za sobą zmiany pojemności kondensatora (rys. 1a). Przy częstotliwości pracy przetwornika 100 kHz i wilgotności względnej 43% pojemność przetwornika wynosi $122 \text{ pF} \pm 15\%$. Na jeden procent zmiany wilgotności względnej pojemność przetwornika zmienia się o ok. 0,4 pF. Perforowana obudowa umożliwia swobodny dostęp powietrza do folii. Przetwornik można wlutować bezpośrednio w płytkę drukowaną.

Wartość pojemności jest z kolei zamieniana na napięcie w nietypowym przetworniku C na U, zaproponowanym zresztą przez samego Philips'a do wykorzystania z tym elementem. Układ składa się z dwóch zsynchronizowanych z sobą multiwibratorów M1 i M2 (rys. 1b). Obydwa multiwibratory generują sygnały w tej samej fazie. Czas trwania impulsu t1 z pierwszego multiwibratora M1 jest za-

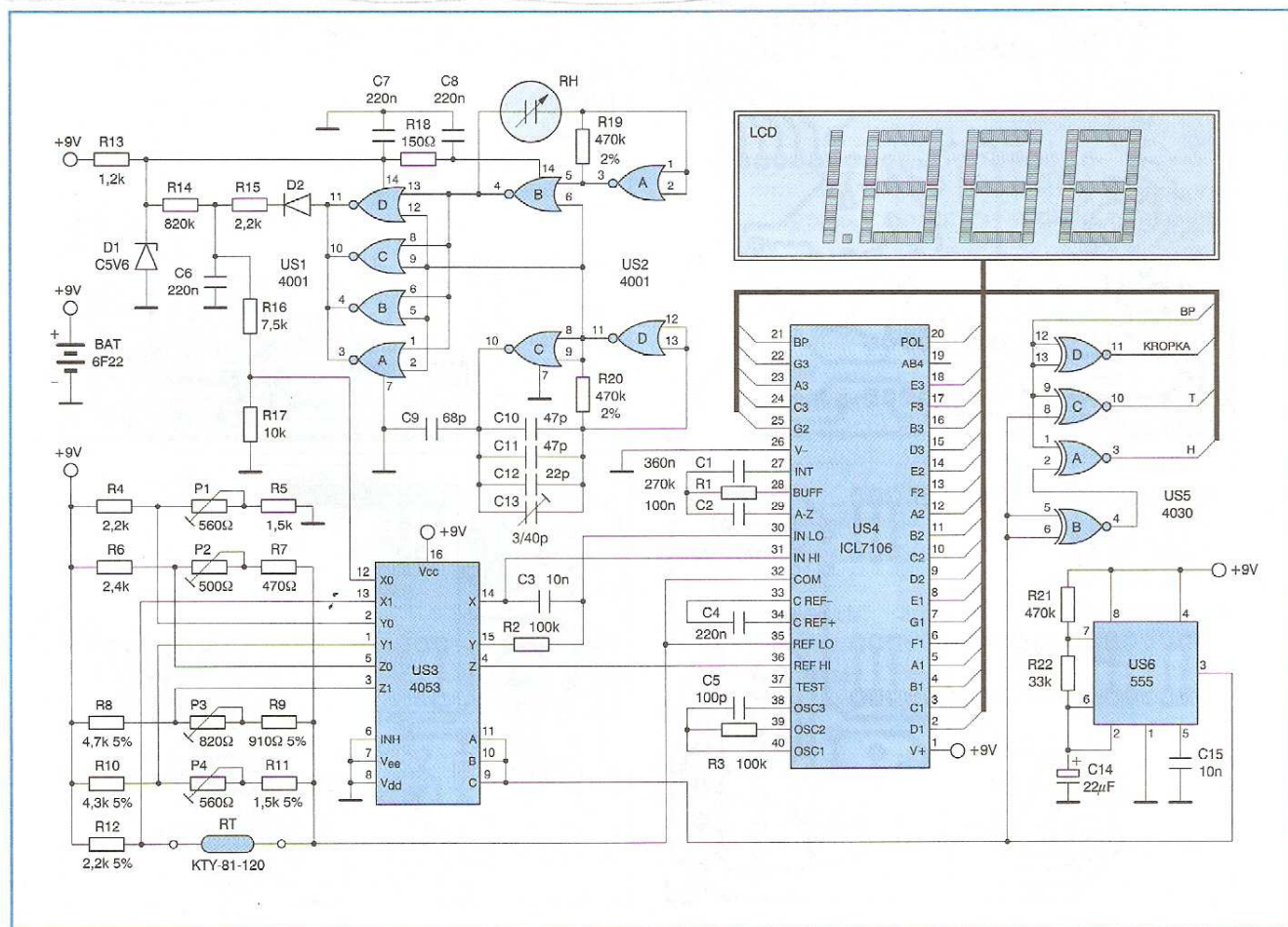
leżny od pojemności kondensatora C_A . Natomiast czas trwania impulsu t2 drugiego multiwibratora M2 zależy od pojemności przetwornika wilgotności $C_0 + \Delta C$. Wraz ze zmianą wilgotności powietrza zmienia się tylko czas trwania impulsu multiwibratora M2 do którego dołączony jest przetwornik. W efekcie tego na wyjściu układu otrzymuje się impulsy t3 których szerokość jest zależna od wilgotności. Przebieg ten ma stałą częstotliwość (zadaną częstotliwością pracy multiwibratora M1) i zmienne wypełnienie. Po odfiltrowaniu pulsacji otrzymuje się na wyjściu napięcie stałe zależne od wilgotności. Poprawne działanie układu zależy od współczynników temperaturowych kondensatora C_A i kondensatora w przetworniku. Dlatego też w układzie zastosowano kilka równolegle ze sobą połączonych kondensatorów. W układzie na schemacie ideowym (rys. 2) multiwibrator M1 zbudowany jest na bramkach C i D US2, a M2 na bramkach A i B US2. Układ US1 wytwarza impuls wyjściowy o czasie trwania równym różnicy czasów impulsów z obu generatorów.

Charakterystyka przetwornika na układach US1 i US2, dopełnia charakterystykę 2322 691 900Q1, powodując prawie liniową zamianę wilgotności na napięcie.

Podobnie jak w przypadku pomiaru temperatury, wykorzystujemy dwa dzielniki rezystorowe do uzyskania napięć odniesienia (R4, P1 i R5) i poziomu zera (R6, P2 i R7).

Kłopotliwym może być dostrojenie układu wilgotnościomierza, ale... cóż, odsyłam do pomysłowości Czytelników i opisu przetwornika wilgotności na pojemność. Jedynym rozsądnym wyjściem jest skalowanie przetwornika przy pomocy wzorcowego higrometru.

Warto zwrócić uwagę, że czujnik wilgotności powinien pracować w temperaturze z zakresu od 0 do 85°C , co predysponuje czujnik do zastosowań jedynie wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, choć właściwie można wystawić sam czujnik temperatury (element RT KTY-81-120) na temperatury szerszego zakresu (pracuje poprawnie nawet przy przewodach łączących długości 2 m).



Rys. 2 Schemat ideowy termohigrometru

■ Wykonanie układu

Układ zmontowano na dwóch jednostronnych płytkach drukowanych - nazywamy je górna (z wyświetlaczem LCD) i dolna (z układem 7106/7116), dopasowanych wymiarami do popularnej obudowy plastikowej typu KM 33B. Całość zasilana jest z baterii 9 V (prostokątna 6F22).

W obudowie należy wykonać otwór na wyświetlacz, oraz otwory umożliwiające przepływ powietrza w okolicy czujników wilgotności i temperatury.

Elementy montujemy na płytkach, warto zatroszczyć się o podstawki pod układy scalone. Czujnik wilgotności jest elementem wrażliwym na przegrzanie, w związku z czym należy dołożyć wszelkich starań, aby skrócić czas lutowania jego końcówek do minimum. Czujnik ten jest umieszczony na górnej płytce, płasko obok wyświetlacza. W otwory wykonane w płytce należy wprowadzić dwie boczne plastikowe wypustki, podłączając wypro-

wadzenia przewodem. Obok należy zamontować czujnik temperatury i przewodami połączyć go z wejściem RT na dolnej płytce drukowanej.

Po wlutowaniu wszystkich elementów i zwoy na dolnej płytce, należy wykonać niezbędne połączenia przewodami. Płytki umieszczone są stronami drukowanymi do siebie. Połączenia pomiędzy wyjściami wyświetlacza i układem ICL 7106 wykonuje się tasiemką. Należy uważać, aby nie pomylić kolejności przewodów, które niestety nie pasują „nóżka w nóżkę”. Połączenie wyświetlacza LCD tasiemką pozwala na zastosowanie różnego typu wyświetlaczy, o różnym rozkładzie wyprowadzeń.

Oprócz tego niezbędne jest podłączenie trzech przewodów oznaczonych jako „masa”, „+” i „Q”. Długości przewodów należy tak dobrać, aby możliwe było złożenie płytek stronami druku do siebie, jednocześnie przewody nie mogą być zbyt grube, aby płytki mogły być oddalone od siebie o około $5 \div 7$ mm.

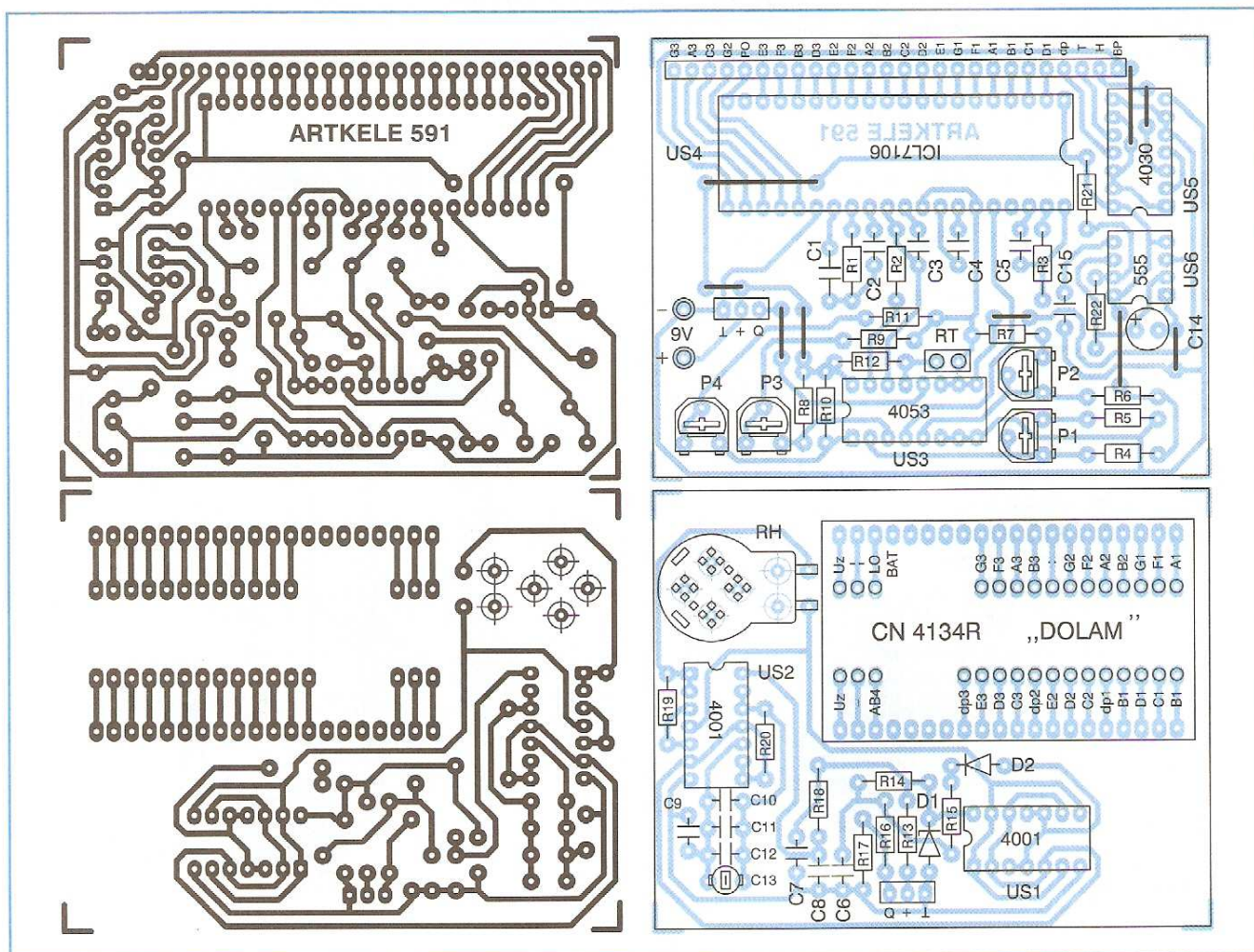
Płytki po zamontowaniu elementów i uruchomieniu układu składamy stronami druku do środka i wkładamy do wnętrza obudowy, rozdzielając oczywiście tulejkami dystansowymi zapewniającymi izolację druku jednej płytki od drugiej. Taka izolacja jest zapewniona przy długości tulejek około $5 \div 7$ mm. Rozmieszczenie płytek w obudowie przedstawia rysunek 4.

Do podłączenia baterii zasilającej 9 V można wykorzystać płytkę kontaktową z wyprowadzeniami starej, zużytej baterii (pamiętajmy o tym że bieguny będą wtedy odwrotnie na płytce kontaktowej!).

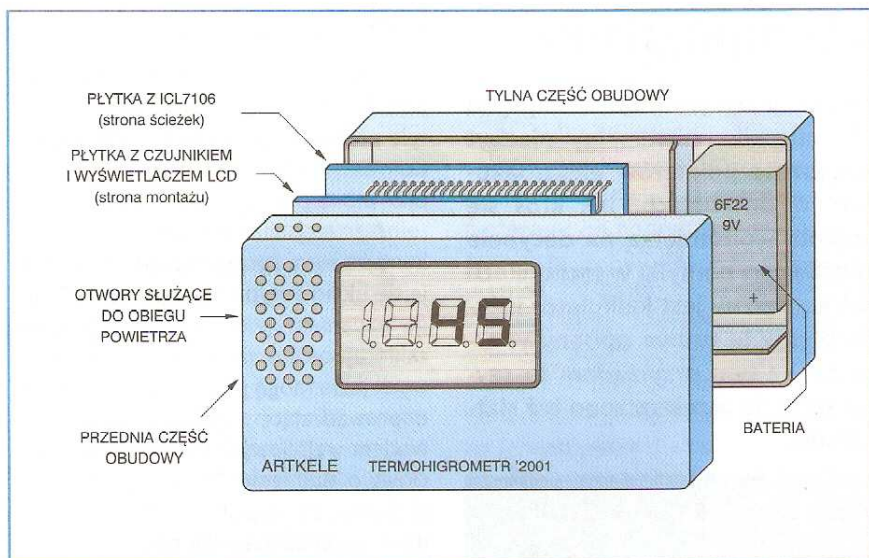
■ Skalowanie

Jeśli wszystkie elementy są dopasowane do siebie mechanicznie, wyciągamy płytki z obudowy i przystępujemy do skalowania miernika. Zaczynamy od temperatury.

Wyciągamy układ US6 (555) z podstawki i zwieramy wyprowadzenie 3 podstawki z dodatnim biegunem baterii.



Rys. 3 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów



Rys. 4 Rozmieszczenie płytek w obudowie

Umieszczamy czujnik temperatury (RT) na przewodach długości kilkunastu centymetrów i umieszczamy do wśród kawałków lodu pływających w wodzie. W praktyce należy wlać do szklanki (spodeczka) zimnej wody, umieścić w niej kilka kostek lodu i wstawić do zamrażalnika na kilka minut, tak aby woda zaczęła zamarzać, ale aby nie zdążyła zamrznąć cała.

Do tak przygotowanego naczynia wkładamy czujnik temperatury, musimy zwrócić uwagę na dokładne odizolowanie końcówek czujnika, aby nie miały styczności z wodą.

Regulujemy potencjometrem opisanym jako P4 na wskazanie wyświetlacza równe 00.0 na przemian z -00.0.

Teraz wycieramy czujnik temperatury i umieszczamy go w pobliżu termometru pokojowego pokazującego około 25°C. Po odczekaniu około kwadransa reguluje-

my potencjometrem P3 wskazanie na równe temperaturze pokazywanej przez termometr pokojowy.

Możemy skorygować wskazania termometru zaciskając go w ustach (uwaga na izolację przewodów) i sprawdzając czy pokazuje 36.8°C pod warunkiem, że jesteśmy zdrowi.

Teraz kolej na wilgotność. Rozwieramy wyprowadzenie 3 podstawki od dodatniego bieguna baterii i zwieramy z ujemnym.

Tutaj pora na inwencję Czytelników... regulujemy P2, C13 - zero skali i P1 - nachylenie. Korzystając z higrometru wzorcowego regulujemy wskazania przy pomocy niższej P2 i C13 dla niższej wilgotności powietrza, a P1 dla wyższej. Najlepiej przeprowadzać regulację w kuchni, gdzie łatwo jest uzyskać dużą wilgotność powietrza. Wystarczy przez kilkanaście minut gotować wodę w czajniku, aby wydostająca się para spowodowała duży wzrost wilgotności powietrza.

Aby wykonać układ termometru dwupunktowego zamiast termohigrometru, należy zrezygnować z elementów US1 i US2, oraz towarzyszących im elementów dyskretnych (wszystkie elementy na górnej płytce), a połączenia (i wartości) rezystorów R4 ÷ R17 wykonać tak jak dla R8 ÷ R11. Do wyprowadzenia 12 układu US3 (4053) należy dołączyć szeregowo połączone rezystor 2,2 kΩ z drugim czujnikiem temperatury KTY-81-120.

Układ pobiera niewielki prąd ze źródła zasilania, z powodzeniem można go zasiląć z baterii 6F22, o napięciu 9 V.



cewki powietrzne, dławiki przeciwzakłócenia walcowe i toroidalne, dławiki do motoryzacji, dławiki do sprzętu pomiarowego, transformatory toroidalne zasilaczy impulsowych, symetryzatory antenowe, rdzenie ferrytowe: toroidalne i walcowe.

PRODUCENT:

FORESTIER s.c. 68-120 Iłowa
ul. Traugutta 4, tel. 0603210543
fax 068-3774141

http://strony.wp.pl/wp/forestier
email: zsobkow@poczta.onet.pl

Wykaz elementów

Półprzewodniki

US1, US2	- CD 4001
US3	- CD 4053
US4	- ICL 7106
US5	- CD 4030
US6	- NE 555
D1	- dioda Zenera 5V6
D2	- 1N4148

Rezystory

R18	- 150 Ω/0,125 W
R9	- 910 Ω/0,125 W
R13	- 1,2 kΩ/0,125 W
R5	- 1,5 kΩ/0,125 W
R11	- 1,5 kΩ/0,125 W 5%
R4, R15	- 2,2 kΩ/0,125 W
R12	- 2,2 kΩ/0,125 W 5%
R6	- 2,4 kΩ/0,125 W
R10	- 4,3 kΩ/0,125 W 5%
R8	- 4,7 kΩ/0,125 W 5%
R16	- 7,5 kΩ/0,125 W
R17	- 10 kΩ/0,125 W
R22	- 33 kΩ/0,125 W
R2, R3	- 100 kΩ/0,125 W
R1	- 270 kΩ/0,125 W
R7, R19,	
R21	- 470 kΩ/0,125 W
R20	- 470 kΩ/0,125 W 2%
P1, P4	- 560 Ω, do mont. poziomego
P2	- 500 Ω, do mont. poziomego
P3	- 820 Ω, do mont. poziomego

Kondensatory

C12	- 22 pF/50 V ceramiczny
C10, C11	- 47 pF/50 V ceramiczny
C9	- 68 pF/50 V ceramiczny
C5	- 100 pF/50 V ceramiczny
C3, C15	- 10 nF/50 V ceramiczny
C2	- 100 nF/50 V MKSE-20
C4,	
C6 ÷ C8	- 220 nF/50 V MKSE-20
C1	- 360 nF/50 V MKSE-20
C14	- 22 μF/25 V
C13	- 3 ÷ 40 pF trymer

Inne

LCD	- CN 4134R Dolam lub inny z wyprowadzeniami do druku
RH	- 2322 691 90001 Philips
RT	- KTY-81-120
obudowa	- KM33B
płytki drukowane numer 591	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 591 - 10,60 zł + koszty wysyłki (10 zł).

✦ Wiktor Szymanowski

<http://www.mojaelektronika.as.pl>