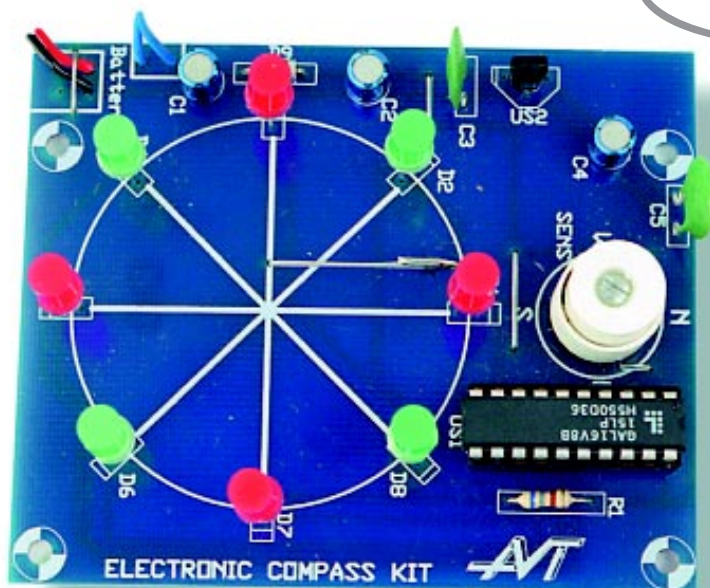


Elektroniczny kompas

kit AVT-315

Kompasy elektroniczne nie są nowością na rynku elektroniki użytkowej. Są to jednak urządzenia niezwykle drogie i jednocześnie bardzo precyzyjne. Dobre parametry pomiaru udawało się uzyskać dzięki stosowaniu rozbudowanych mechanicznie, i przez to ciężkich, czujników żyroskopowych. Sytuacja z punktu widzenia elektroników-amatorów uległa poprawie dopiero niedawno, gdy kilka firm ogłosiło jednocześnie, że rozpoczynają produkcję prostych i tanich czujników do prostych kompasów elektronicznych.



**PROJEKT
Z OKŁADKI**

W artykule przedstawiamy konstrukcję niezwykle prostego kompasu, w którym wykorzystano prosty czujnik pola magnetycznego opracowany przez szwajcarską firmę Pewantron. Czujnik ten charakteryzuje się dużą czułością i odpornością na udary. Do poprawnej pracy wymaga niestety precyzyjnego poziomowania! Należy o tym pamiętać w czasie eksploatacji, ponieważ wyniki silnie zależą od pozycji w jakiej pracuje czujnik. Drugą rzeczą, o której należy pamiętać, jest unikanie pomiarów w pobliżu silnych pól magnetycznych i elektromagnetycznych, a także w pobliżu dużych obiektów metalowych.

Ograniczenia, o których tutaj wspomniany, są identyczne w przypadku standardowych kompasów z igłą magnetyczną. Sygnalizujemy je tylko po to, aby uzmysłowić potencjalnym wykonawcom kompasu elektronicznego, że wykorzystywanie tego urządzenia w warunkach terenowych wymaga nieco uwagi od użytkownika. Należy także pamiętać, że ze względu na prostą konstrukcję zastosowanego czujnika rozdzielczość pomiaru jest niewielka - kompas pokazuje kierunki różniące się między sobą o min. 45°.

Opis układu

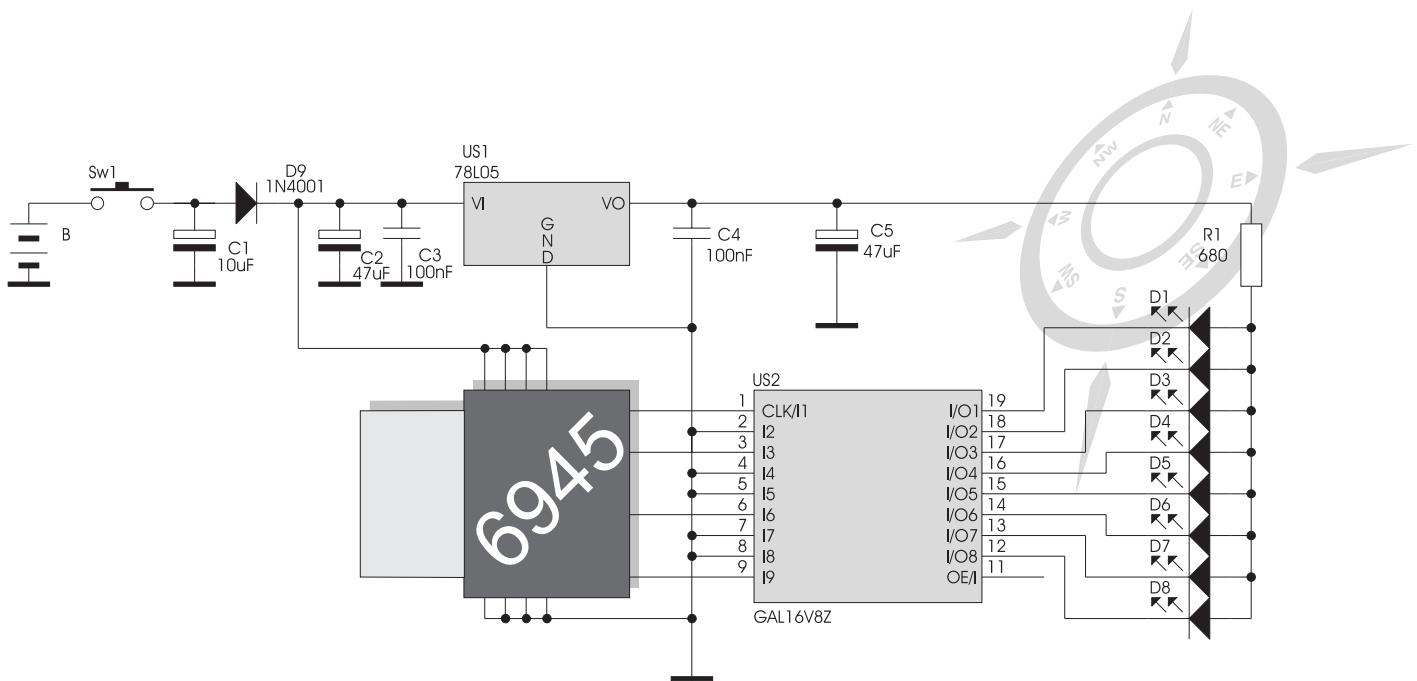
Schemat elektryczny kompasu przedstawiono na rys.1. Jak widać jego budowa jest niezwykle prosta. Układ US3 (czujnik typu 6945) spełnia najważniejszą w kompasie rolę - wykrywa położenie północnego bieguna Ziemi i informuje o tym dekodery US2 przy pomocy czterech wyjść cyfrowych. Konstruktorzy układu przyjęli, że wskazanie kierunku odbywa się poprzez podanie na wyjście określające go stanu logicznego „0”. W przypadku, gdy kierunek wskazywany leży pomiędzy czterema podstawowymi kierunkami geograficznymi: północ (ang. North), południe (ang. South), wschód (ang. East) i zachód (ang. West) logiczne „0” pojawiają się na dwóch wyjściach jednocześnie. W przypadku kierunku południowy-wschód zera pojawią się na

Tabela 1. Dopuszczalne kombinacje stanów logicznych na wyjściach czujnika US3.

N	W	E	S	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N-NORTH	W-WEST	E-EAST	S-SOUTH								

Parametry kompasu

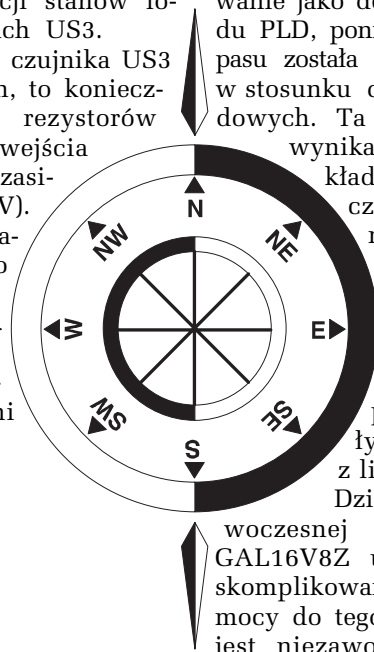
- ✓ rozdzielczość pomiaru: 45°
- ✓ ilość wskazywanych kierunków: 8 (N, S, E, W, N-E, N-W, S-E, S-W),
- ✓ zasilanie: 9V (bateria),
- ✓ pobór prądu: 10mA,
- ✓ bezwładność czujnika: ok. 2 sek.



Rys. 1. Schemat elektryczny kompasu.

wyjściach S i E, a w przypadku kierunku północny-wschód zera znajdują się na wyjściach N i E. W **tab.1** znajduje się zestawienie wszystkich możliwych kombinacji stanów logicznych na wyjściach US3.

Ponieważ wyjścia czujnika US3 są typu otwarty dren, to konieczne jest stosowanie rezystorów „podciągających” wejścia dekodera do plusa zasilania (najczęściej +5V). Ponieważ w opisywanym kompasie jako dekodery zastosowane zostały układy GAL16V8 z wewnętrznymi obwodami



Listing 1.

```

NAME compass;
REV 1.1;
DESIGNER Piotr Zbysinski;
DEVICE G16V8;

/*INPUTS*/
pin 1 = EAST;
pin 3 = SOUTH;
pin 6 = WEST;
pin 9 = NORTH;

/*OUTPUTS*/
pin [12..19] = {NE,E,SE,S,SW,W,NW,N};

/* LOGIC EQUATIONS */
field INPUTS = {NORTH,WEST,EAST,SOUTH};
field AZIMUTH = {N,NE,E,SE,S,SW,W,NW};

table INPUTS => AZIMUTH {
'b'0111 => 'b'01111111;
'b'0101 => 'b'10111111;
'b'1101 => 'b'11011111;
'b'1100 => 'b'11101111;
'b'1110 => 'b'11110111;
'b'1010 => 'b'11111011;
'b'1011 => 'b'11111101;
'b'0011 => 'b'11111110;
}
    
```

„podwieszającymi” wejścia, to możliwe było zrezygnowanie ze stosowania dodatkowych rezystorów. Autor zdecydował się na zastosowanie jako dekodera prostego układu PLD, ponieważ konstrukcja kompasu została znacznie uproszczona w stosunku do rozwiązań standardowych. Ta pozorną komplikacją wynika z nieregularnego rozkładu stanów na wyjściu czujnika US3. Wyróżniono tylko osiem kombinacji stanów logicznych na wyjściach, ale są one tak rozłożone, że pokrywają niemal cały zakres wynikający z liczby wyjść.

Dzięki wykorzystaniu nowoczesnej wersji układu GAL16V8Z udało się ograniczyć skomplikowanie układu oraz pobór mocy do tego stopnia, że możliwa jest niezawodna praca w terenie z zasilaniem bateryjnym.

Na **list.1** przedstawiono opis dekodera w języku CUPL, który po kompilacji umożliwił programowanie układu US2. Jak widać opis jest bardzo prosty - pole nazwane INPUTS określa stan wyjść czujnika US3, natomiast pole AZIMUTH określa przypisane im stany wyjść.

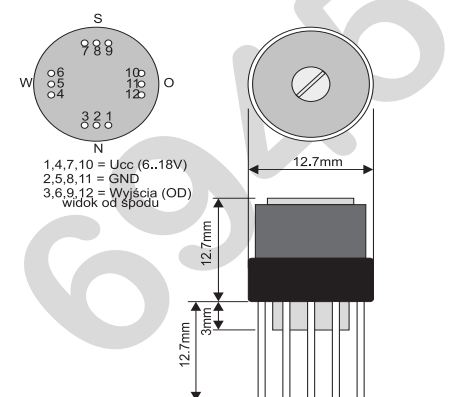
Na **rys.2** przedstawiono oznaczenia wyprowadzeń dekodera US2.

Stanem aktywnym wyjść dekodera jest „0” logiczne, co powodu-

je, że diody świecące D1..8 wskazujące azymut są dołączone do wyjść katodami. Anody wszystkich diod połączone są razem i dołączone do plusa zasilania poprzez rezystor ograniczający prąd R1.

Dekoder US2 oraz diody LED D1..8 są zasilane napięciem 5V z wyjścia stabilizatora US1. Czujnik pola US3 jest zasilany bezpośrednio z baterii, ponieważ do poprawnej pracy wymagane napięcie zasilania powinno być większe od 6V. Dioda D9 zabezpiecza układ przed możliwością uszkodzenia wywołanego odwrotnym podłączeniem baterii zasilającej. Włącznik Sw1 spełnia podwójną rolę: włącza zasilanie całego układu i jednocześnie inicjuje pomiar azymutu.

Na **rys.3** przedstawiono widok czujnika pola typu 6945 wraz z je-



Rys. 3. Wymiary i układ wyprowadzeń czujnika.

compass	
EAST	x- 1
	x- 2
NORTH	x- 3
	x- 4
	x- 5
WEST	x- 6
	x- 7
	x- 8
SOUTH	x- 9
	x- 10
GND	x- 10
	20 -x Vcc
	19 -x N
	18 -x NW
	17 -x W
	16 -x SW
	15 -x S
	14 -x SE
	13 -x E
	12 -x NE
	11 -x

Rys. 2. Oznaczenie wyprowadzeń dekodera US2.

go wymiarami. Na rysunku tym oznaczono kolejność wyprowadzeń i polaryzację magnetyczną czujnika zgodnie z zaleceniami producenta. Jak okazało się w praktyce, czujnik ten nie ma określonej orientacji magnetycznej, co oznacza, że możliwe jest zamontowanie go na płytce drukowanej w sposób dowolny - ważne jest tylko, aby jego oś była idealnie prostopadła do podłoża. Kierunki jakie zostały zaznaczone na rys.3 wynikają tylko z oznaczonego na obudowie czujnika kierunku NORTH.

Montaż i uruchomienie

Na **rys.4** przedstawiono rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej. Widok płytki znajduje się na wkładce wewnątrz numeru.

Ze względu na prostotę konstrukcji, płytkę zaprojektowano jako jednostronną, co spowodowało niestety konieczność zastosowania kilku zwór. Zaznaczono je na płytce drukowanej grubymi liniami

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 680Ω

Kondensatory

C1: 10μF/16V

C2, C5: 47μF/16V

C3, C4: 100nF

Półprzewodniki

US1: 78L05

US2: GAL16V8Z - zaprogramowany

US3: czujnik pola magnetycznego 6945

D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8: LED okrągłe φ5mm

D9: 1N4001

Różne

Sw1: Przycisk chwilowy

Klips do baterii 9V

Bateria 9V z klipsem (nie wchodzi w skład kitu)

Obudowa KM-33B

ciągłymi, co ułatwia ich identyfikację i montaż.

Montaż elementów należy przeprowadzić według typowych zaleceń, więcej uwagi wymaga tylko wlutowanie czujnika pola magnetycznego US3. Jest to spowodowane dwoma czynnikami:

- dużą liczbą wyprowadzeń (12), które należy jednocześnie włożyć w otwory lutownicze;

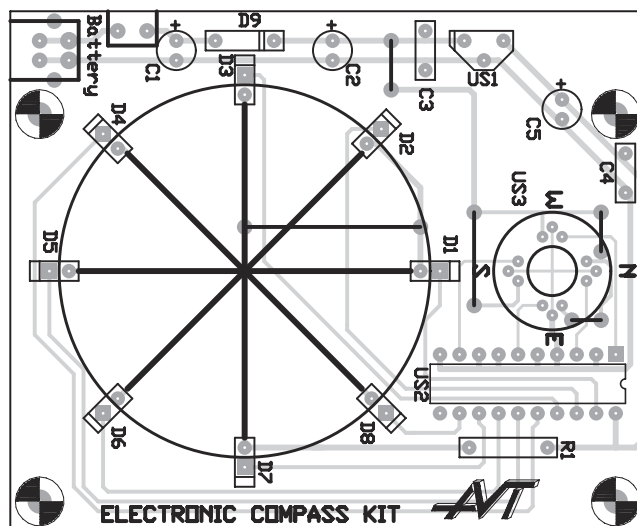
- koniecznością ograniczenia czasu i temperatury lutowania. Ograniczenie to jest spowodowane zastosowaniem jako detektorów położenia czujnika magnetycznego struktur Halla, które są niezwykle czułe na przeciążenia termiczne.

Diody świecące LED montujemy na końcu, po wywierceniu otworów w górnej części obudowy.

Płytkę drukowaną zaprojektowano w taki sposób, aby maksymalnie uprościć jej montaż w obudowie plastikowej KM-33B. Obudowa ta jest wyposażona w przegródkę z klapką dla baterii 9V 6F22. Jeżeli konstruktor zdecyduje się na wykorzystanie tej obudowy, to będzie musiał wykonać w jej wierzchniej części otwory na diody LED oraz jeden otwór w bocznej części obudowy, który będzie służył do przykręcenia włącznika Sw1. Odmianą pomocą w wykonaniu otworów w obudowie będzie wzornik wydrukowany na wkładce wewnątrz numeru, na którym dokładnie zaznaczono rozmieszczenie diod.

Wiercenie tych otworów należy rozpocząć od wykonania dwóch otworów przelotowych o średnicy 0.8..1mm w osi przeciwległych kołków, służących do skręcania obudowy. Następnie wycinamy wzornik z wkładki i przy pomocy szpilek mocujemy go w odpowiednich, dla każdego rogu, otworach. Możemy teraz rozpocząć wiercenie otworów o średnicy ok. 5mm (zależnie od typu diod) pod diody.

Teraz możemy rozpocząć montaż diod świecących: wkładamy je najpierw w otwory w płytce druko-

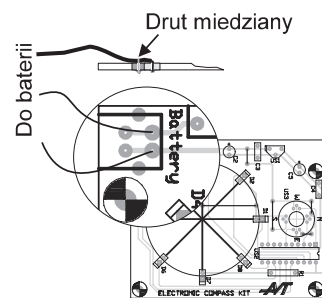


Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

wanej (nie lutując!), przykładamy płytkę do wsporników dystansowych górnej części obudowy i kładziemy ją poziomo na powierzchni stołu montażowego. Kolejno wszystkie diody ustawiamy tak, aby ich soczewki wystawały przez otwory wykonane uprzednio w obudowie. Po równym ułożeniu wszystkich diod możemy je przylutować i obciąć zbyt długie końcówki.

Ostatnim etapem montażu jest wlutowanie w otwory na płytce przewodów prowadzących do włącznika i do baterii. Ponieważ przewidziano, że układ ten będzie zasilany z baterii 9V, która jest wyposażona w sprężyste zaciski, to warto jest zastosować specjalny adapter z przewodami, który pozwala na łatwe i szybkie odłączanie baterii. Na **rys.5** przedstawiony został sposób montażu tych przewodów. Warto je wzmocnić kawałkiem drutu srebrzonego lub zwykłego drutu z miedzi. Znacznie zwiększy to trwałość układu.

Piotr Zbysiński, AVT



Rys. 5. Sposób umocowania przewodu łączącego baterię z układem.