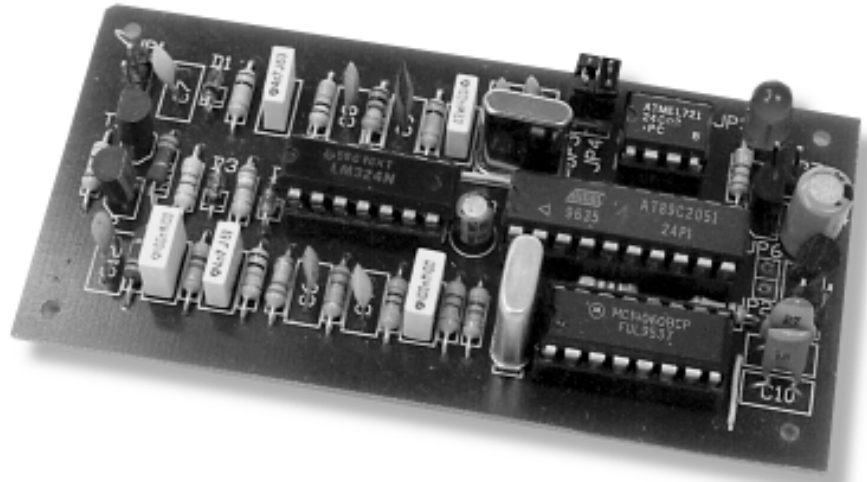


Bezstykowa identyfikacja z układami PIT

kit AVT-454

Urządzenia elektronicznej identyfikacji cieszą się wśród Czytelników EP dużym powodzeniem. Dotychczas przebojami były immobilizery oparte na układach iButton (Touch Memory) firmy Dallas. Urządzenia te, oprócz szeregu zalet, cechowała dość istotna wada - identyfikacja następowała po przytknięciu pastylki do specjalnego czytnika.

W artykule prezentujemy rozwiązanie pozbawione tej wady, oparte na stosunkowo nowoczesnych transponderach firmy Philips.

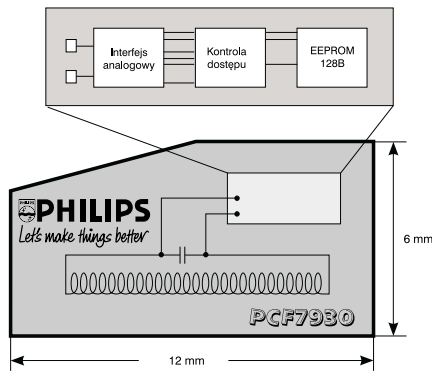


W artykule nie opisujemy dekodera do formularza zeznania podatkowego PIT, przy wypełnianiu którego przynajmniej raz w roku trzusi się większość dorosłych Polaków. Zajmujemy się produkowanymi przez firmę Philips układami PIT (Programmable Identification Transponder), co w niezbyt zręcznym tłumaczeniu na język polski oznacza programowalny układ odzewowy dla identyfikacji bezdotykowej. W taki sposób firma Philips opisała grupę elementów, do której należy PCF7930. Jak na układ scalony, PCF7930 wygląda bardzo dziwnie (rys. 1). W swej najmniejszej wersji mierzy on 12x6x3mm, waży zaledwie 0,43g i zupełnie pozbawiony jest wyprowadzeń do przylutowania do płytki drukowanej. I o to właśnie chodzi! Układy te, mające pełnić rolę elektronicznej wizytówki lub plakietki, wymieniają dane z otoczeniem bez pośrednictwa przewodów, a na dodatek obywają się bez stałego źródła zasilania.

PIT-y należą to tej samej, rozległej i wciąż powiększającej się, grupy elementów, co karty chipowe, elektroniczne portmonetki, układy i-Button firmy Dallas, czy też wszelkiego typu elektroniczne karty identyfikacyjne. Ich zadaniem jest automatyczne, szybkie i bezbłędne rozpoznawanie osoby lub obiektu,

do którego są przypisane, a także wymiana i przechowywanie danych związanych z tym obiektem. Tę samą funkcję pełnią popularne już karty telefoniczne i plastikowe karty do bankomatów. Zmienia się tylko sposób wymiany informacji między chipem lub kartą i urządzeniem odczytującym, a zwłaszcza pewność i bezpieczeństwo transmisji danych. Obszar zastosowania takich układów wciąż się powiększa, szczególnie we współczesnym techniczonym środowisku człowieka. W przypadku ograniczonego dostępu do pewnych obszarów, takich jak laboratorium, biura czy fabryki, łatwiej jest wyposażyć osoby uprawnione w inteligentne karty identyfikacyjne i weryfikować tożsamość wchodzących osób automatycznie. To samo dotyczy identyfikacji przedmiotów np. paczek na poczcie. Dołączenie do każdej paczki elektronicznego adresu, który mógłby być automatycznie odczytywany, przyspieszyłoby ich selekcję i prawdopodobnie zmniejszyło liczbę pomyłek.

W krajach Europy Zachodniej istnieją już normy związane z elektronicznymi plakietkami dla zwierząt, a wiele firm chciałoby wyposażyć ludzi w chipowe dokumenty i paszporty. Taka cyfrowa uniformizacja sprawia trochę niepokojące wrażenie, ale wobec



Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy transpondera PIT.

korzyści jakie ze sobą niesie jesteśmy pewnie na nią skazani.

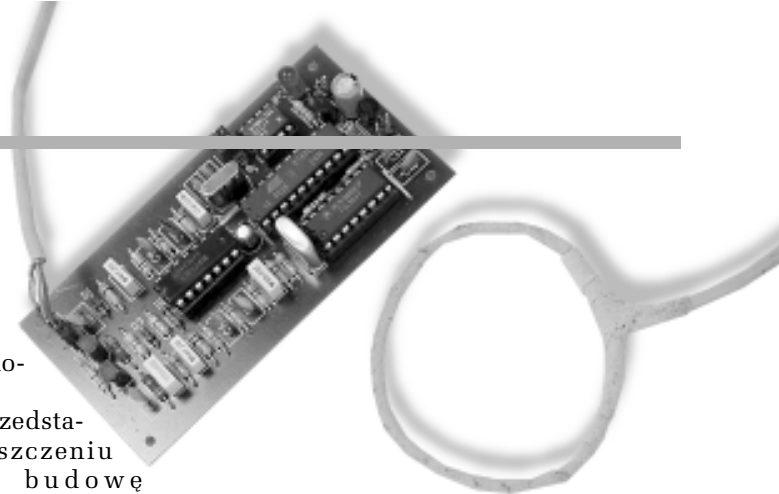
PIT od środka

Jak to już zostało nadmienione, PCF7930 pozbawione są nóżek czy złącz. Wymiana danych z czytnikiem następuje przy pomocy pola elektromagnetycznego. Ogólna zasada działania jest podobna jak w przypadku wykrywaczy metali. Emitują one, przy pomocy powietrznej cewki o kilkudziesięciocentymetrowej średnicy zmienne pole, a obecność metalowych przedmiotów zakłócając to pole demaskuje ich bliskość. Podobnie działają w sklepach samoobsługowych bramki alarmujące w przypadku próby wyniesienia towaru bez zapłaty. Różnica polega na tym, że bramki reagują nie na każde zakłócenie pola - w takim przypadku alarm byłby wywoływany przez klucze w kieszeni każdego kupującego - lecz tylko na sygnały o określonej częstotliwości. Emitują je elementy dyskretnie dołączone do wyłożonych w sklepie towarów, które ulegają dezaktywacji dopiero po zapłaceniu w kasie za towar. Podobnie działa element PIT. Przesyłając dane moduluje on pole emitowane przez odbiornik, który potrafi dekodować te zakłócenia na ciąg impulsów zero-jedynkowych. Dodatkowo, element PIT potrzebną do swojej pracy energię pobiera także z pola elektromagnetycznego, które pobudza go do transmisji. Jest to możliwe dzięki zminimalizowaniu mocy potrzebnej do funkcjonowania elementu. W efekcie PCF7930 może mieć małe wymiary i masę. Także sposób wymiany informacji jest wygodniejszy niż w przypadku kart

chipowych, które wymagają galvanicznego połączenia swoich wyprowadzeń z gniazdem dekodera.

Na rys. 1 przedstawiono w uproszczeniu wewnętrzną budowę PCF7930. Pierwszą z dwóch głównych części składowych stanowi antena, nawinięta na miniaturowym rdzeniu ferrytowym. Antena wraz z kondensatorem tworzy układ rezonansowy, zarówno gromadzący energię potrzebną do pracy elektronicznej części układu, jak i modulujący zewnętrzne pole elektromagnetyczne podczas transmisji danych do odbiornika. Drugą część układu stanowi płytka krzemowa z obwodami kontrolującymi pracę urządzenia oraz matryca 128, 8-bitowych komórek EEPROM do zapisu i odczytu informacji. Bajty EEPROM-u podzielone są na 8 bloków. Dane zapisane w pierwszych dwóch blokach sterują pracą PCF7930, pozostałe mogą być dowolnie zapisywane i odczytywane. Mogą zawierać np. unikatowy numer seryjny, dane o obiekcie itp. PIT ożywa w polu magnetycznym o częstotliwości 125kHz i natężeniu $18\mu\text{Wb}/\text{m}^2$ (1 Weber - jednostka strumienia indukcji magnetycznej). Po wewnętrznym zerowaniu, w zależności od ustawionych bitów sterujących, cyklicznie transmitowana będzie zawartość 1 lub większej liczby bloków, do momentu zachowania przez pole odpowiedniego natężenia i częstotliwości. W przesadny sposób co do skali, modulacja pola pokazana została na rys. 2.

Sposób kodowania pojedynczych bitów jest następujący. Jeżeli w czasie ok. $500\mu\text{s}$ stan pola pozostanie niezmienny, tzn. będzie ono tłumione bądź nie, taka sytuacja będzie oznaczać transmisję logicznej "1". Jeśli zaś stan pola zmieni się po $250\mu\text{s}$ na przeciwny, będzie to znaczyć wysłanie bitu "0". Dodatkowo PIT transmituje jeszcze impuls

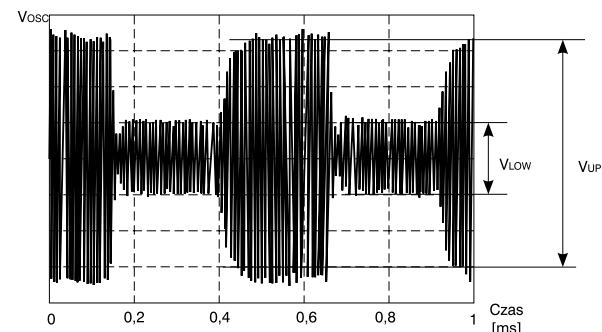


się okres tłumienia pola przez czas ok. 1ms i czas bez tłumienia pola przez ok. 1,7ms. Impulsy te rozdzielają kolejne transmisje bloków danych i umożliwiają wprowadzenie układu w tryb programowania pamięci EEPROM.

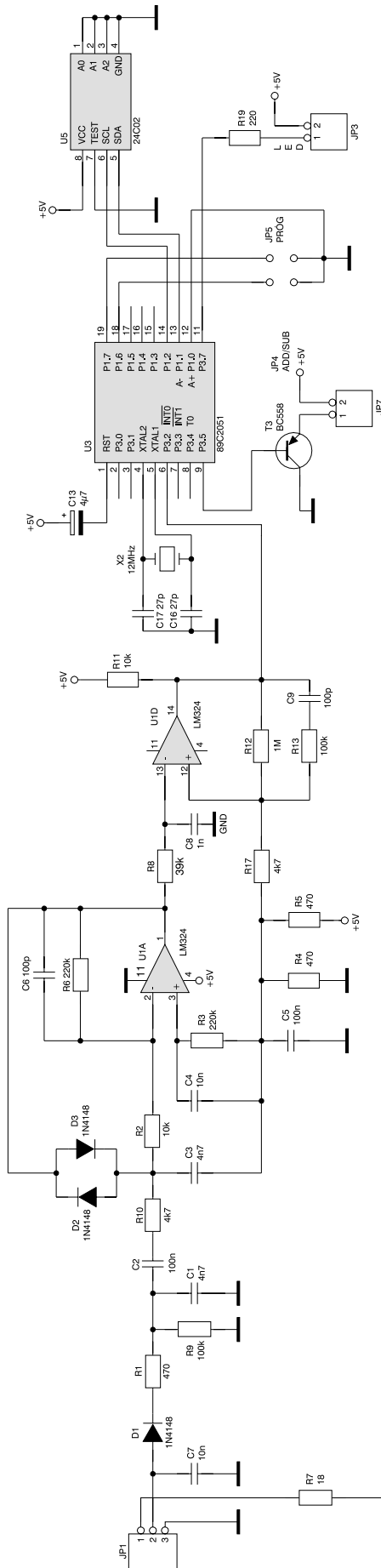
Dekoder PIT-ów

Na rys. 3 przedstawiony został schemat dekodera, który potrafi odczytywać zaprogramowane układy PCF7930, porównywać odczytany unikatowy numer elementu z wcześniej zapamiętanym numerem i w przypadku zgodności informuje o tym fakcie operatora lub steruje dołączonymi peryferiami.

Do generacji impulsów o częstotliwości 125kHz służy układ generatora-dzielnika U2. Częstotliwość wytworzona w stabilizowanym kwarcem generatorze 4MHz dzielona jest w wielostopniowym liczniku dwójkowym. Sygnał o pożądanej częstotliwości pobierany jest z wyjścia Q5 i wzmacniany w układzie T1, T2. Z wyjścia wzmacniacza sygnał podawany jest na gniazdo JP1, do którego dołączana jest cewka powietrzna wytwarzająca pole elektromagnetyczne, które zasili zbliżonego do cewki PIT-a. Cewka składa się z 40 zwojów drutu. Wygląd cewki wraz z wymiarami i dołączeniem wyprowadzeń do JP1 pokazuje rys. 4. Cewka razem z C7 tworzy nadawczo-odbiorczy obwód rezo-



Rys. 2. Przebiegi charakterystyczne dla "0" i "1" logicznej.



Rys. 3. Schemat elektryczny układu.

nansowy. Modulowany przez PIT sygnał z cewki podawany jest na wejście detektora U1A. W układzie tym następuje taka sama detekcja sygnału, jak w przypadku radiowych odbiorników AM. Sygnał z wyjścia detektora U1A-1 podawany jest do układu komparatora U1D, gdzie odtwarzane są impulsy prostokątne o amplitudzie TTL. Tak przetworzony sygnał może być dekodowany przez zaprogramowany procesor U3. Program procesora spośród odbieranych impulsów selekcjonuje naj-

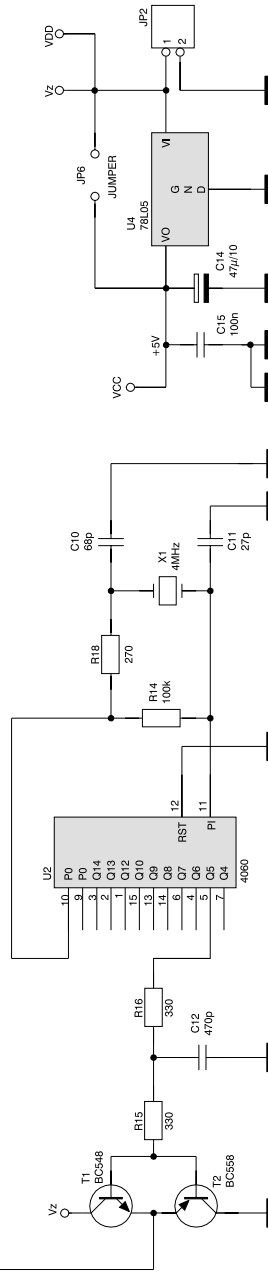
pierw sygnał PMC określający początek transmisji bloków. Następnie odbierane impulsy przekształcane są na bajty tworzące kod transmitowany przez PIT. Prawidłowo odebrany kod porównywany jest z kodem zapisanym wcześniej w pamięci U5. W przypadku wystąpienia zgodności, procesor zapala diodę LED dołączoną do JP3 i na czas 1s załącza tranzystor T3. Jeżeli uprawniony PIT będzie pozostawał w zasięgu pola wytwarzanego przez cewkę, procesor cyklicznie będzie zapalał LED-a i załączał tranzystor T3.

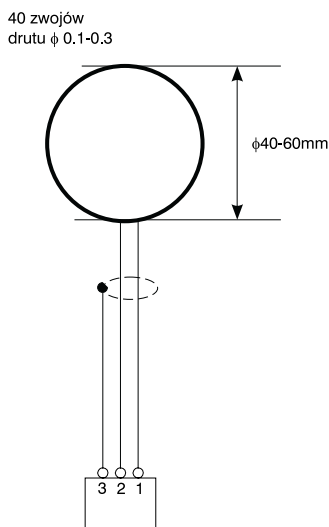
Montaż, uruchomienie i zastosowanie dekodera

Układ dekodera montuje się na jednostronnej płytce drukowanej, której wygląd pokazany został na wkładce. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys. 5.

Na płytce znajdują się dwie zwory, które trzeba poprowadzić jako pierwsze, a potem włutować oporniki, kondensatory i pozostałe elementy. Procesor U3 i pamięć U5 najlepiej osadzić w podstawkach. Cewkę antenową najwygodniej jest połączyć z płytką przy pomocy złącza. Wykonanie tej cewki nie jest trudne, choć wymaga nieco cierpliwości. Na karkasie lub rurce o średnicy 4..6cm należy nawinąć 40 zwojów drutu $\phi 0,1..0,3\text{mm}$ (rys. 4). Zabezpieczoną przed rozwinięciem cewkę należy zsunąć z karkasu. Potem do końcówek drutu cewki trzeba przylutować dwie żyły przewodu ekranowanego (ekran z tej strony nie musi być połączony i można go obciąć). Uzwojenie cewki oraz miejsce dołączenia z przewodu ekranowanego należy zabezpieczyć przez owinięcie plastrem lub taśmą izolacyjną. Z drugiej strony przewód będzie dołączony do gniazda JP1 na płytce drukowanej. Ekran przewodu trzeba połączyć z JP1-3, a żyły z JP1-1,2.

Urządzenie jest zasilane napięciem 6..12V. Pierwszym etapem uruchomienia jest sprawdzenie, czy w czasie montażu nie doszło do przypadkowych zwarcí i czy na wyjściu stabilizatora U4 jest napięcie +5V. Następnie po włutowaniu U2 na złączu JP1-1 powinien pojawić się mocno zmniejszony przebieg prostokątny





Rys. 4. Budowa cewki antenowej.

o częstotliwości 125kHz. Jeżeli do płytki dekodera dołączona jest prawidłowo wykonana cewka, na anodzie diody D1 pojawi się sinusoida o amplitudzie wielokrotnie przewyższającej napięcie zasilania układu. Po umieszczeniu zaprogramowanego elementu PIT prostopadle do obwodu cewki lub pionowo w jej centrum, na wyjściu U1A-1 powinny pojawić się impulsy prostokątne o amplitudzie 0,3Vpp lub większej, a na wyjściu U1A-14 impulsy o amplitudzie TTL. Pobór prądu poprawnie działającego dekodera zasilanego napięciem 12V wynosi ok. 70mA.

Żeby układ dekodera mógł rozpoznawać uprawnione PIT-y, ich numery muszą być najpierw zapamiętane. Zapamiętanie nowego numeru polega na zbliżeniu elementu do cewki a następnie rozwarciu jumpera JP5 i JP4. Prawidłowy odczyt i zapamiętanie danych nowego transpondera zostanie zasygnalizowane dwoma krótkimi błyskami diody. Zwarcie jumpera JP5 wprowadzi dekodery w normalny stan pracy. Od tej

chwili zapamiętany PIT będzie rozpoznawany 1-sekundowym świeceniem diody i załączeniem tranzystora T3. Maksymalnie układ może zapamiętać 4 transpondery. Rejestracje kolejnych przeprowadza się w sposób identyczny z opisany. Możliwe jest także wyrejestrowywanie pojedynczych transponderów. Procesem tym także steruje ustawienie jumperów. Najpierw zwiiera się jumper JP4, a następnie rozwiera JP5. Jeżeli do cewki zbliżony zostanie PIT o numerze uprzednio zapamiętanym, układ go rozpozna, po czym usunie z pamięci jego dane. Potwierdzeniem wykasowania danych będą 4 krótkie błyski diody. Należy wtedy zewrzeć jumper JP5.

W czasie odczytu dane odbierane z transpondera poddawane są kontroli, żeby wyeliminować błędy powstające podczas transmisji. Może jednak zdażyć się w czasie rejestracji nowego PCF7930, że jego kod zostanie odczytany z błędem. W takim przypadku dekodery oczywiście nie będzie widział nowego transpondera, a zapamiętany numer nie da się usunąć ponieważ transponder o takim, fałszywym, numerze nie istnieje. W tej sytuacji jedynym rozwiązaniem jest wymazanie wszystkich danych zapisanych w pamięci. Należy wyłączyć zasilanie, zewrzeć JP4 i rozewrzeć JP5. Po włączeniu zasilania procesor rozpoznając taki układ jumperów, skasuje pamięć i poinformuje o tym fakcie operatorem czterema błyskami diody LED. Następnie układ może w normalny sposób dokonać rejestracji właściwych PIT-ów i przejść do trybu pracy.

Zasięg transmisji danych między dekodery i PCF7930 zależy od jakości wykonania cewki, jej kształtu, napięcia zasilającego dekodery. Zwykle odległość ta wynosi kilka centymetrów. Zasięg można trochę zwiększyć dobierając C7 tak, aby

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R4, R5: 470Ω
- R2, R11: 10kΩ
- R6, R3: 220kΩ
- R7: 18Ω
- R8: 39kΩ
- R9, R13, R14: 100kΩ
- R10, R17: 4,7kΩ
- R12: 1MΩ
- R15, R16: 330Ω
- R18: 270Ω
- R19: 220Ω

Kondensatory

- C1, C3: 4,7nF
- C2, C5, C15: 100nF
- C4, C7: 10nF
- C6, C9: 100pF
- C8: 1nF
- C10: 68pF
- C11, C16, C17: 27pF
- C12: 470pF
- C13: 4,7μF/10V
- C14: 47μF/10V

Półprzewodniki

- U1: LM324
- U2: 4060
- U3: 89C2051, zaprogramowany
- U4: 78L05
- U5: 24C02
- T1: BC548
- T2, T3: BC558
- D1, D2, D3: 1N4148
- PCF7930: transponder zaprogramowany

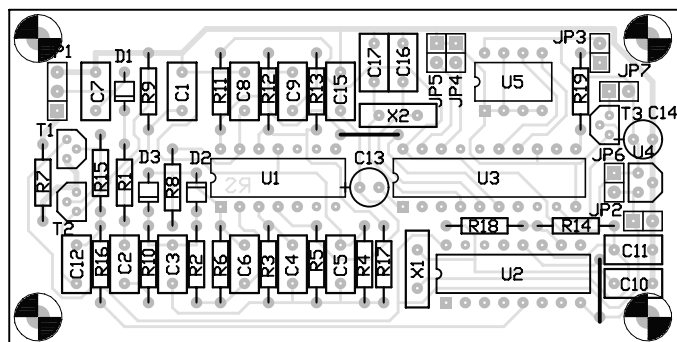
Różne

- JP4, JP5, JP6: Jumpery
- X1: 4MHz
- X2: 12MHz

układ rezonansowy LC maksymalnie dostroić do częstotliwości 125kHz. Świadczyć o tym będzie zwiększenie się amplitudy sygnału sinusoidalnego na anodzie diody D1.

Firma Philips produkuje transpondery PIT także w innych wykonaniach: pastylki, dysku i karty, a odległość z jakiej mogą być odczytywane jest zdecydowanie większa. Wynika to z możliwości umieszczenia w większej obudowie wydajniejszej anteny transpondera. Dodatkowo, rozwijana rodzina transponderów ma większą pojemność pamięci EEPROM, ale większość z nich potrafi także pracować w trybie emulacji PCF7930.

Ryszard Szymaniak, AVT



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.