

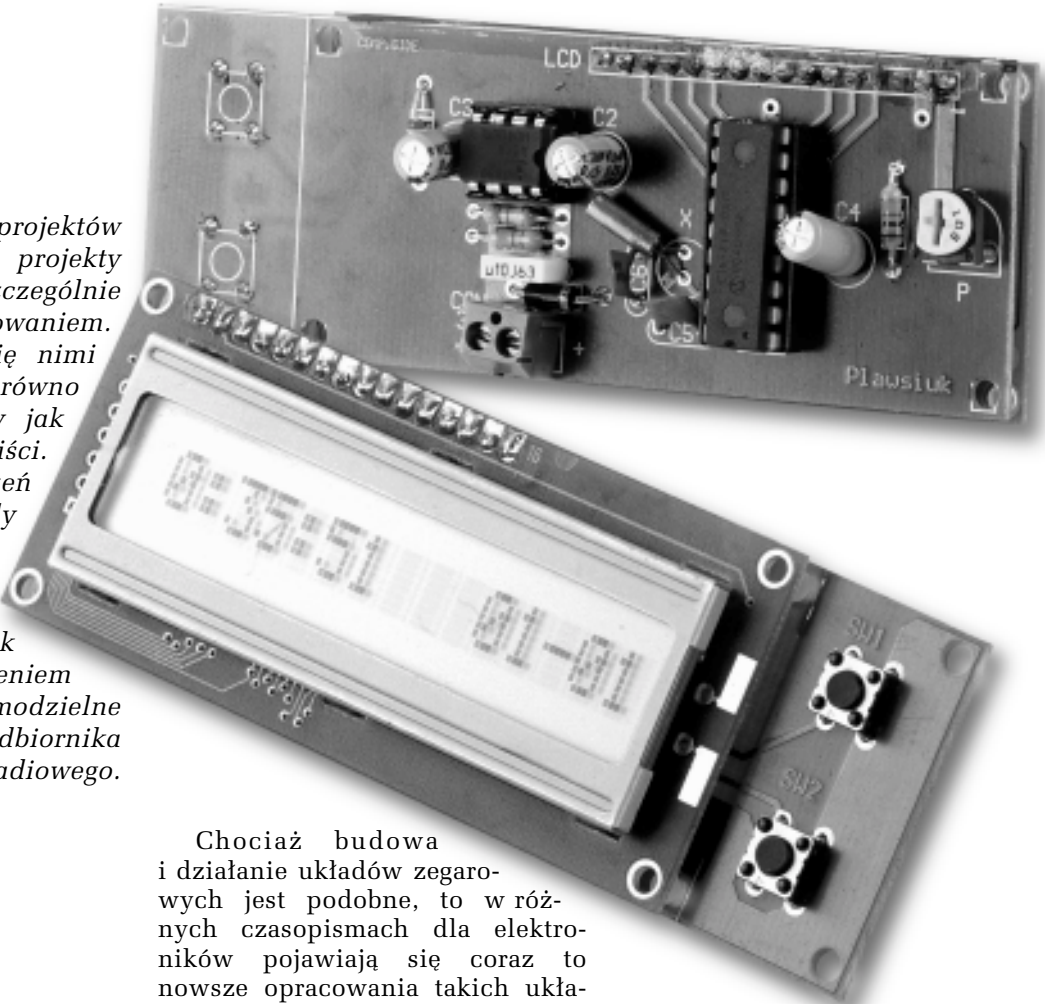
# Zegar z kalendarzem zasilany bateryjnie

## AVT-5048

Pośród projektów publikowanych w EP, projekty zegarów cieszą się szczególnie dużym zainteresowaniem.

Interesują się nimi elektrolicy, zarówno amatorzy jak i profesjonaliści.

Z naszych doświadczeń wynika, że każdy elektronik próbuje zbudować swój własny zegar mikroprocesorowy, tak jak niegdyś marzeniem elektronika było samodzielne zbudowanie odbiornika radiowego.



Chociaż budowa i działanie układów zegarowych jest podobne, to w różnych czasopismach dla elektroników pojawiają się coraz to nowsze opracowania takich układów. Wśród nich można wyróżnić dwie grupy różniące się między sobą sposobem wyświetlania informacji.

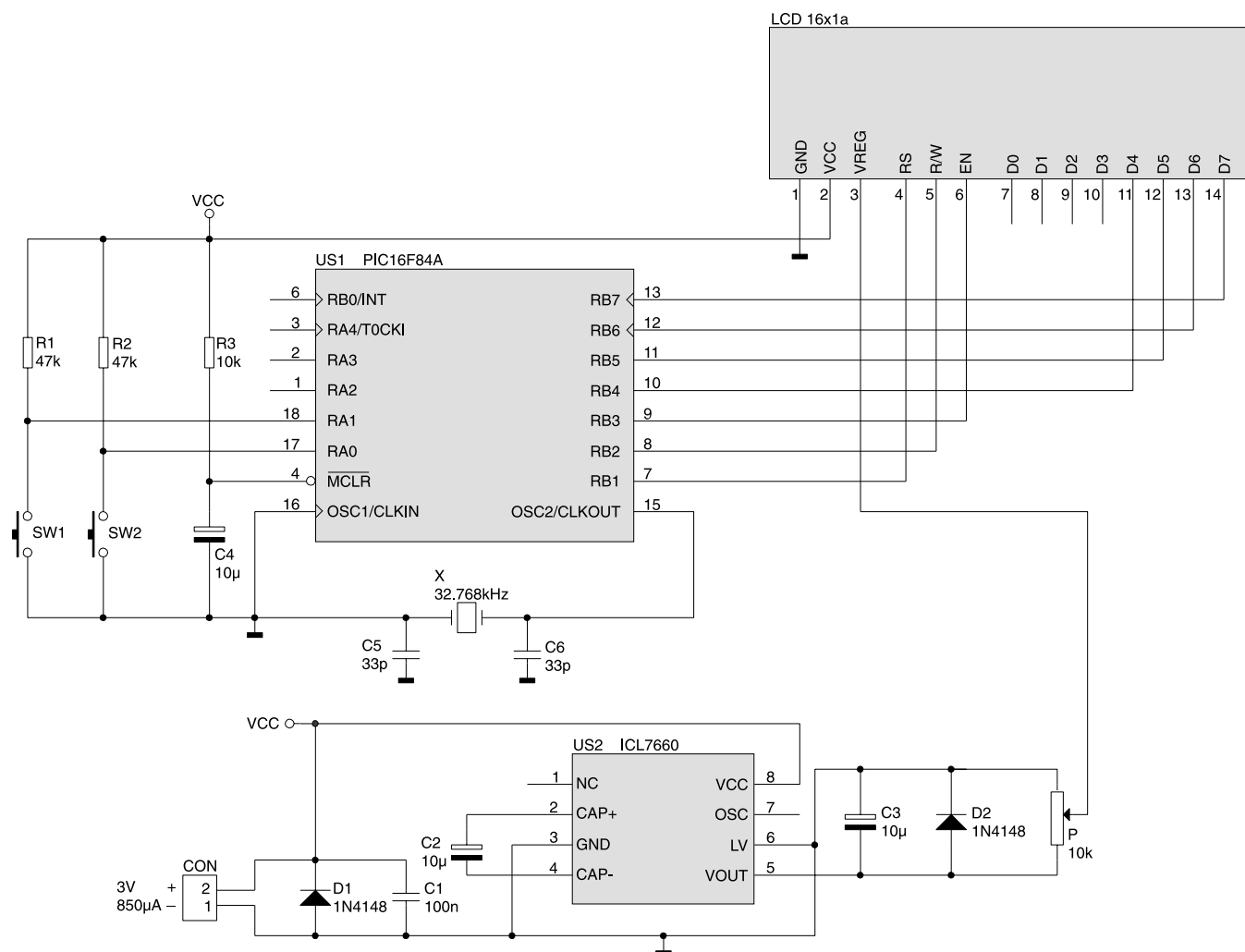
Zegary z 7-segmentowymi wyświetlaczami LED zapewniają dobrą widoczność zarówno w dzień jak i w nocy. Na wyświetlaczach takich można wyświetlać tylko cyfry, nie ma więc możliwości umieszczenia dodatkowych informacji pomocnych podczas programowania, co przy wielu wbudowanych funkcjach wymaga od użytkownika znajomości „sposobu” programowania. Dodatkową wadą tych wyświetlaczy jest duży pobór prądu. Takie zegary są przystosowane do pracy wyłączanie przy zasilaniu sieciowym.

Drugą grupę stanowią zegary z alfanumerycznymi wyświetlaczami LCD, które mają o wiele więk-

sze możliwości w porównaniu z wyświetlaczami LED. Przy zastosowaniu tych wyświetlaczy można budować zegary o wielu funkcjach, a przy tym łatwych w obsłudze. Dzięki możliwości stosowania tekstowego menu, ustawianie parametrów nie wymaga od użytkownika znajomości wszystkich funkcji urządzenia, programowanie odbywa się według opcji menu. Mając do dyspozycji szesnaście lub więcej znaków można budować układy, których obsługa jest „przyjazna” dla użytkownika. Wyświetlacze LCD pobierają znikomo mały prąd, więc nadają się również do stosowania w urządzeniach przenośnych. Pośród wielu zalet mają jedną wadę, a mianowicie słabą czytelność przy większych odleg-

### Możliwości zegara

- ✓ Odmierzanie czasu wraz z datą
- ✓ Samoczynne uwzględnianie lat przestępnych
- ✓ Obsługa za pomocą dwóch przycisków
- ✓ Zasilanie bateryjne (2x1,5V)
- ✓ Niski pobór prądu (typ. 850µA)
- ✓ Dwa formaty wyświetlania czasu (z widocznymi sekundami lub latami)



Rys. 1. Schemat elektryczny zegara.

łościach oraz są nieczytelne w ciemności. Można oczywiście zastosować wyświetlacze z podświetlaniem, ale zwiększy to pobór prądu. Tak więc decyzję o zastosowanym wyświetlaczu należy podjąć biorąc pod uwagę stopień złożoności urządzenia oraz warunki jego pracy.

W zegarze przedstawionym w artykule, pomimo że nie ma on zbyt wielu funkcji, zastosowano alfanumeryczny wyświetlacz LCD, co umożliwiło wykonanie zegara zasilanego bateryjnie. Dzięki zastosowaniu procesora firmy Microchip, który może pracować już przy napięciu zasilania 2V, możliwe było zastosowanie do zasilania dwóch baterii 1,5V. Całkowity pobór prądu wynosi ok. 850µA.

**Opis układu**

Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny zegara, który zbudowano z zaledwie dwóch ukła-

dów scalonych, wyświetlacza i kilku elementów dyskretnych.

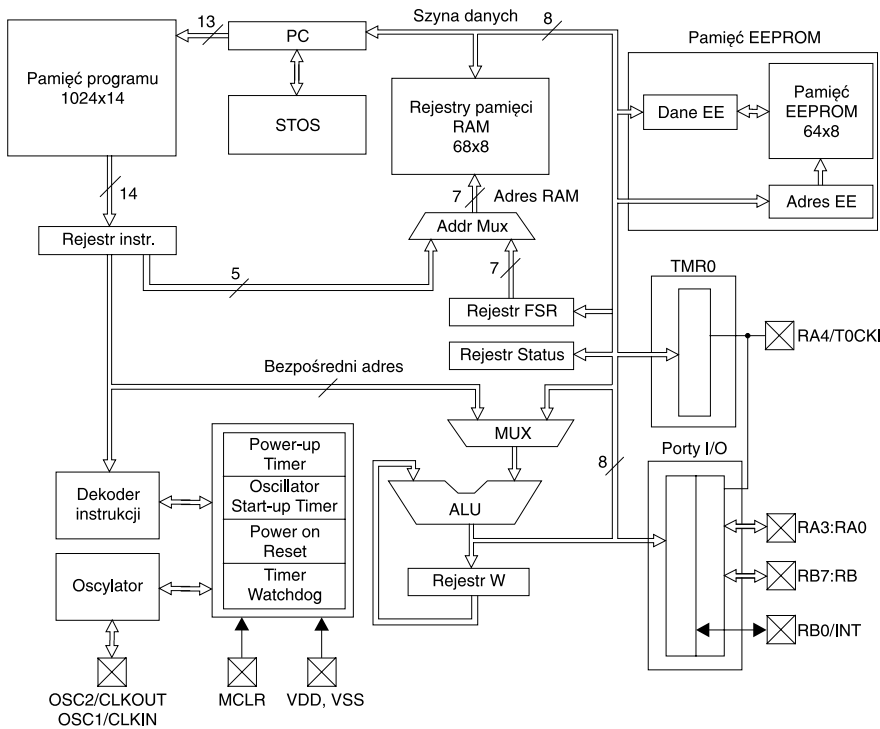
Najważniejszym elementem urządzenia jest mikrokontroler firmy Microchip PIC16F84A. Zintegrowano w nim pamięci programu typu FLASH (1kB), pamięć RAM o pojemności 68 bajtów oraz 64

bajtów pamięci EEPROM. Budowę wewnętrzną mikrokontrolera przedstawiono na rys. 2.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że 1kB pamięci programu nie pozwala na napisanie zbyt rozbudowanego programu, ale porównując „zużycie” pamięci przez

```

List. 1. Procedura inicjalizacji timera oraz preskalera.
;*****
;Inicjalizacja timera i preskalera do pracy i odliczania czasu dla zegara 32,768
;przerwanie następujące co 1s cykl zegarowy wynosi ok. 12µs
;*****
ZEGAR_INIT
    bsf    STATUS,RP0           ;ustaw bank1
    bcf    OPTION_REG,T0CS      ;taktowany z wewnętrznego zegara fXtal/4
    bcf    OPTION_REG,PSA       ;preskaler podłączony do timera T0
    bcf    OPTION_REG,PS0       ;preskaler 1/32
    bcf    OPTION_REG,PS1       ;TIMER0 liczy od 0 do 255
    bsf    OPTION_REG,PS2       ;przy obsłudze przerwanie
    bcf    STATUS,RP0           ;nie trzeba ustawiać początkowej wartości Timera
                                ;należy tylko wyzerować wskaźnik przerwania od T0
                                ;początkowe wartości sekund =00
                                ;minuty = 0
    clrf   SECONDS
    movlw  d'0'
    movwf  MINUTES
    movlw  d'0'
    movwf  HOURS
    movlw  d'1'
    movwf  DAYS
    movlw  d'1'
    movwf  MONTHS
    movlw  d'1'
    movwf  YEARS
    clrf   INTCON               ;zablokuj wszystkie przerwania
    clrf   TMR0                 ;zeruj timer0
    BSF    INTCON,TOIE          ;odblokuj przerwanie od T0
    BSF    INTCON,GIE           ;odblokuj przerwania
    bcf    STATUS,RP0           ;ustaw bank0
    return
;*****
    
```



Rys. 2. Budowa wewnętrzna procesora PIC16F84A.

programy pisane dla procesorów z rodziny 51, kod wynikowy dla procesorów PIC może być nawet o połowę krótszy.

Dzięki bardzo niskiemu napięciu pracy mikrokontrolera oraz znikomemu małej prądowi zasilania (ok. 15µA przy napięciu 2V i częstotliwości zegara 32kHz) można było zbudować zegar zasilany wyłącznie bateryjnie. Ponieważ oprócz napięcia zasilającego o wartości ok. 3V do zasilania wyświetlacza LCD wymagane jest jeszcze napięcie ujemne (regulacje kontrastu), zdecydowałem się zastosować przetwornicę DC/DC wytwarzającą ujemne napięcie zasilania LCD. Dzięki temu cały układ jest zasilany z dwóch baterii typu R6.

Jako przetwornicę napięcia zastosowano popularny układ ICL7660. W przedstawionym układzie procesor oraz wyświetlacz LCD są zasilane napięciem 3V, a wyprowadzenie regulacji kontrastu napięciem -3V generowanym przez układ US2. W tej konfiguracji zegar może pracować już od napięcia zasilającego wynoszącego około 2V. Cały układ w czasie pracy pobiera prąd o natężeniu zaledwie 850µA, co przy zastosowanych bateriach wystarczy na kilkumiesięczną pracę.

Dzięki możliwościom jakie oferuje wewnętrzny oscylator procesora było możliwe zastosowanie rezonatora kwarcowego o częstotliwości 32,768kHz. Wewnętrzny oscylator dodatkowo może współpracować ze standardowym rezonatorem (typowo 4MHz) oraz z układem typu RC, stosowanym w sytuacji, gdy nie jest konieczna duża stabilność oraz dokładność częstotliwości. Zastosowanie częstotliwości rezonatora równej 32kHz znacznie uprościło procedurę odliczania czasu. Do odliczania czasu został wykorzystany wewnętrzny timer układu US1. Jego budowę przedstawia rys. 3.

Jest to 8-bitowy licznik, który w połączeniu z wewnętrznym preskalerem może zliczać do wartości 65536, zarówno z wewnętrznego oscylatora jak i z zewnętrznego. Na list. 1 pokazano procedurę inicjalizacji timera oraz preskale-

```

List.2. Procedura obsługi
przerwania od timera,
;*****
; Obsługa przerwania od Timera
;*****
int_
movwf w_temp ;zapisz W do bufora
movf STATUS,w ;zapisz STATUS do bufora
movwf st_temp
bcf STATUS,RP0 ;ustaw bank0
bcf INTCON,T0IF ;zeruj flagę przerwania od T0
comf dwukropek ;zmierz stan bajtu na przeciwny
call RTC ;skok do licznika czasu
movf st_temp,w ;przepisz bufor do rejestru W
movwf STATUS ;przepisz bufor do rejestru
movf w_temp,w ;STATUS
retfie ;powrót z przerwania
;*****
    
```

ra. Przy częstotliwości kwarcu równej 32,768kHz do odliczenia 1 sekundy należy zliczyć 32768 impulsów. Przy odpowiednim skonfigurowaniu przerwanie od timera następuje dokładnie co 1 sekundę. Wartości początkowe timera i preskalera obliczamy następująco: 1s = 32768 cykli, 256 cykli (Timer) x 32 cykle (preskaler) x 4 cykle (fosc/4) = 32768.

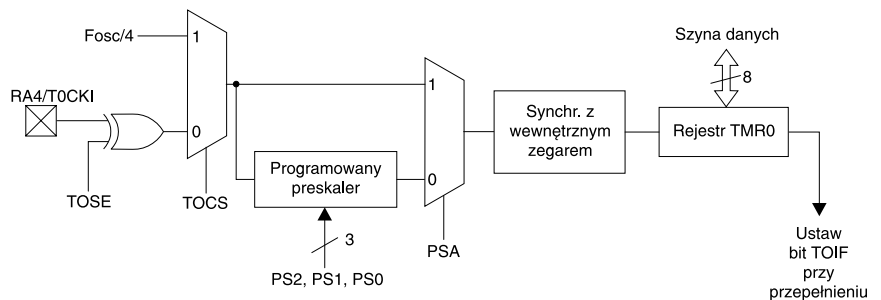
Na list. 2 przedstawiono procedurę obsługi przerwania. W tym podprogramie następuje zerowanie flagi przerwania od timera. Wyzerowanie tej flagi informuje procesor, że przerwanie zostało obsłużone i pozwala na wykrycie kolejnego przerwania. Następnie następuje skok do podprogramu zwiększającego odliczany czas. Ponieważ timer pracuje przy swojej pełnej pojemności, nie ma potrzeby ustawiania wartości początkowej, gdyż powinna ona wynosić 0, a w czasie obsługi przerwania taka wartość już jest w rejestrze timera.

### Obsługa zegara

Do obsługi zegara przewidziano tylko dwa przyciski. W celu ustawienia czasu należy nacisnąć i przytrzymać przycisk SW2 - po około 4 sekundach zegar przejdzie do trybu programowania. Na wyświetlaczu będzie widoczny napis:

gg:mm

DD-MM-01



Rys. 3. Budowa wewnętrzna timera.

Opis literowy wskazuje format wprowadzania danych. Przyciskiem SW1 zwiększamy wskazywaną wartość, a przyciskiem SW2 przechodzimy do ustawiania kolejnego parametru. Parametr aktualnie ustawiany jest podkreślony. Wprowadzanie zaczynamy od roku, następnie miesiąc, dzień, godziny, minuty. Taka kolejność pozwoli prawidłowo ustawić dzień miesiąca, bez zastanawiania się ile ma dni. Program na podstawie roku i miesiąca przyjmie odpowiednią liczbę dni w danym miesiącu. Nie jest więc możliwe wprowadzenie np. daty 29 lutego 2001, gdyż w tym roku miesiąc luty ma 28 dni, ale już w roku 2004 (rok przestępny) zegar umożliwi wprowadzenie liczby 29. Po wprowadzeniu daty i godziny naciskamy przycisk SW2 i wychodzimy z trybu programowania - zegar wskazuje aktualny czas. Przy pierwszym uruchomieniu zegara czas jest wyświetlany w następującej formie:

*gg:mm:ss*                      *MM-DD*  
 przykładowo  
 12:47:30                      12-10

Domyślnie na wyświetlaczu są wyświetlane sekundy. Jeżeli konieczne jest wyświetlenie roku, należy nacisnąć przycisk SW1 na około 4 sekundy. Teraz format wyświetlanych danych zmieni się na:

*gg:mm*                      *MM-DD-RR*  
 przykładowo  
 12:47                      12-10-01

Zamiast sekund zostanie wyświetlony rok, a dwukropek pomiędzy godziną a minutami będzie pulsował w miarę upływu czasu.

### Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy płytki drukowanej pokazano na **rys. 4**. Montaż zaczynamy od rezystorów, następnie montujemy podstawki pod układy scalone, a na końcu kondensatory. Wymiary płytki zo-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R2: 47kΩ

R3: 10kΩ

P: 10kΩ - potencjometr miniaturowy

#### Kondensatory

C1: 100nF

C2, C3, C4: 10μF/16V

C5, C6: 33pF

#### Półprzewodniki

D1: 1N4004

D2: 1N4148

US1: PIC16F84A zaprogramowany

US2: ICL7660

#### Różne

LCD: wyświetlacz 16\*1a

SW1, SW2: mikrowłóczniki

X: kwarc 32,768kHz (zegarkowy)

CON: ARK2(3,5mm)

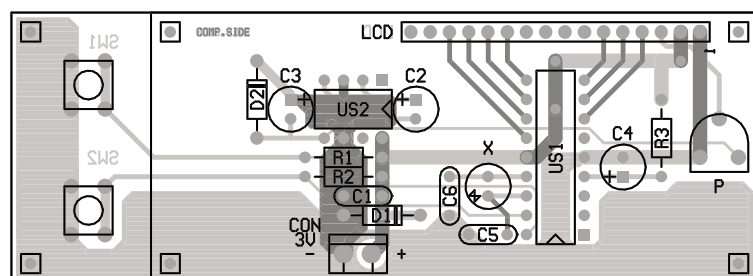
GOLDPIN 1\*16

stały dopasowane do wymiarów wyświetlacza, tak aby można było złącze wyświetlacza przylutować bezpośrednio do płytki. Wyświetlacz montujemy od strony ścieżek, dlatego wcześniej należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu wszystkich elementów. Po zmontowaniu układu do złącza CON dołączamy zasilanie. Należy zwrócić uwagę na polaryzację, gdyż błędne podłączenie zasilania nie spowoduje uszkodzenia zegara, ale powstanie zwarcie. Prąd popłynie poprzez diodę zabezpieczającą D1 i nastąpi rozładowanie baterii. Jeżeli podłączymy zasilanie, to pozostaje nam jeszcze wyregulować kontrast wyświetlacza. Po tej czynności zegar jest gotowy do pracy.

**Krzysztof Pławiuk, AVT**

**krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/luty02.htm> oraz na płycie CD-EP02/2002B w katalogu PCB.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.