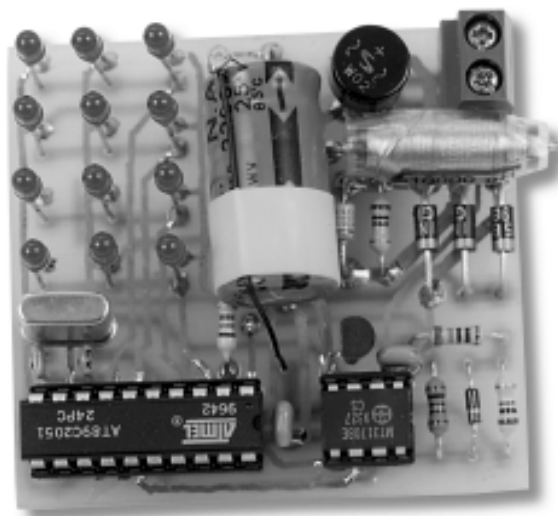


# Monitor linii telefonicznej

## kit AVT-453

Nowoczesne telefony są często wyposażone w ciekłokrystaliczny wyświetlacz wybranego numeru. W naszych domach pracuje jednak nadal sporo aparatów telefonicznych starszego typu, z tarczą numerową lub klawiaturą. Przy wybieraniu numeru warto mieć możliwość sprawdzenia chociażby ostatniej cyfry. Opisany poniżej monitor wyświetla właśnie tylko jedną, ostatnio wybraną cyfrę. Ma przy tym nietypowy wyświetlacz i poprawnie współpracuje z każdym typem telefonu.



### Opis układu

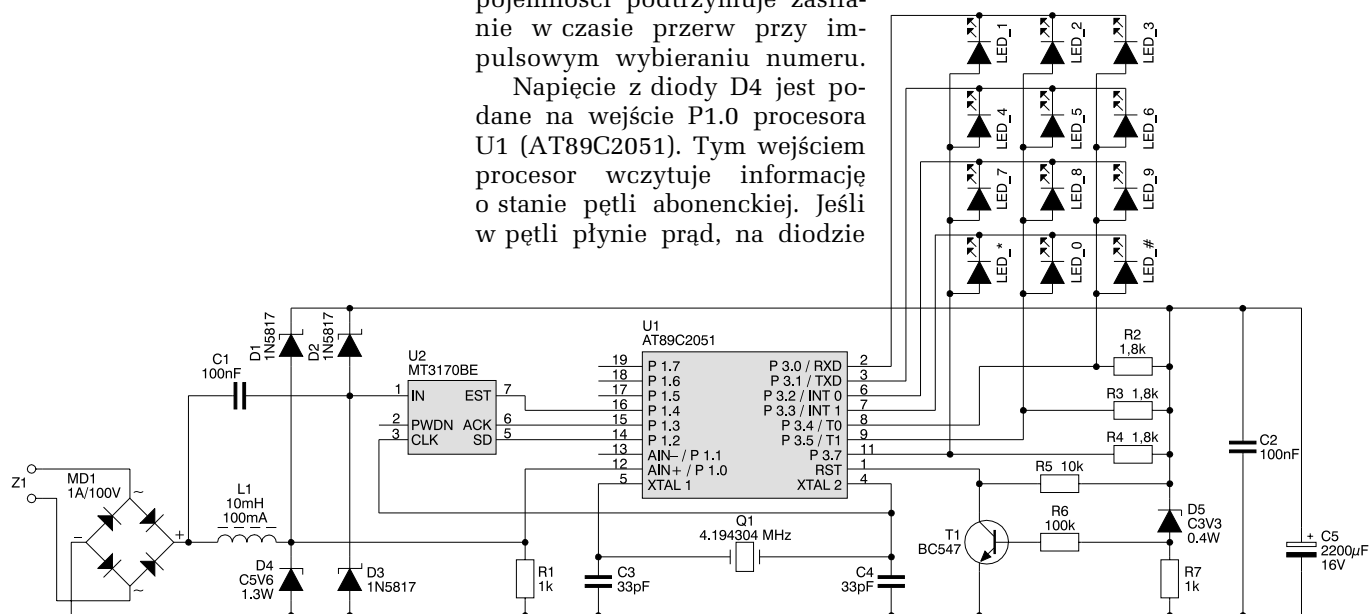
Schemat elektryczny przedstawiono na rys. 1. Układ monitora włącza się szeregowo z aparatem telefonicznym. Zasilanie jest pobierane z linii telefonicznej. Przy podniesionym mikrofonie w linii telefonicznej płynie prąd o natężeniu kilkudziesięciu miliamperów. Prąd ten po przejściu przez mostek prostowniczy MD1 i dławik L1 płynie przez diodę Zenera D4. Mostek prostowniczy MD1 uniezależnia układ od aktualnej polaryzacji napięcia z centrali telefonicznej. Napięcie z diody D4 jest podawane przez diodę Schotky'ego D1 na kondensatory C2 i C5. Kondensator C5 o znacznej pojemności podtrzymuje zasilanie w czasie przerw przy impulsowym wybieraniu numeru.

Napięcie z diody D4 jest podane na wejście P1.0 procesora U1 (AT89C2051). Tym wejściem procesor wczytuje informację o stanie pętli abonenckiej. Jeśli w pętli płynie prąd, na diodzie

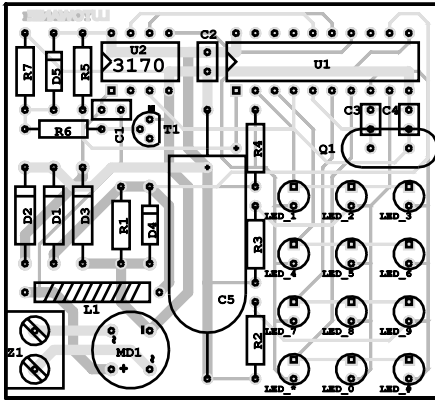
pojawia się napięcie. Przy rozwartej pętli rezystor R1 wymusza niski stan. Wartość rezystora dobrano tak, aby nie był wykrywany prąd o wartości mniejszej niż 1mA. Dzięki diodzie D1 napięcie na D4 może się obniżać bez rozładowywania kondensatora C5.

Składowa zmienna prądu linii abonenckiej, odseparowana przez dławik L1, jest podawana przez kondensator C1 na wejście odbiornika DTMF U2 (MT3170). Diody D2 i D3 zabezpieczają wejście odbiornika przed przepięciami mogącymi pojawić się w linii telefonicznej.

Układ odbiornika wymaga tak-



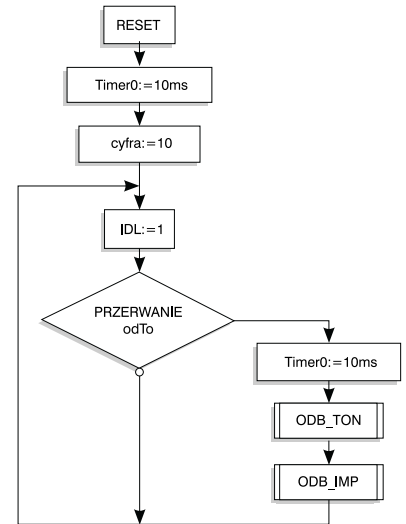
Rys. 1. Schemat elektryczny układu.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

4,19430MHz. Rezonator kwarcowy o takiej częstotliwości podłączono do procesora, a wyjście XTAL2 taktuje wejście zegarowe odbiornika.

ka. Procesor odczytuje odbiornik przez szeregową, trójprzewodową magistralę. Wysoki stan logiczny na wyjściu EST (ang. Early Steering Output) informuje procesor o obecności sygnału DTMF na wejściu odbiornika. Procesor odczytuje kod cyfry podając cztery impulsy na wejście ACK (Acknowledge Pulse Input). Po każdym impulsie odczytuje z wyjścia SD (ang. Serial Data Output) kolejny bit cyfry DTMF. Obwód zerowania procesora: T1, R5, R6, D5 i R7 powoduje uruchomienie procesora dopiero po osiągnięciu przez napięcie zasilające poziomu około 3,5V. Zapewnia to pewny start procesora, pomimo stosunkowo wolnego narastania napięcia zasilającego.



Rys. 3. Algorytm działania programu sterującego pracą mikrokontrolera.

Listing 1.

```
#include <io51.h>

#define PRAD P1.0 /* wejście detektora pętli l-pynie prąd */
#define SD P1.2 /* wejście danych szeregowych */
#define ACK P1.3 /* wyjście taktujące dane szeregowo */
#define EST P1.4 /* wejście wskazujące na obecność tonu DTMF */
#define WYSWIETLACZ P3 /* wyjście na wyświetlacz LED */

#define ZWAR_MIN 2 /* min. czas zwarcia w cyfrze *10ms */
#define PRZER_MIN 4 /* min. czas przerwy w cyfrze *10ms */
#define CYFRA_MIN 10 /* min. odstęp między cyframi *10ms */
#define SPOCZ_MIN 10

#define TON_MIN 3 /* min. czas tonu DTMF *10ms + 13 ms */
#define CISZA_MIN 4 /* min. czas ciszy DTMF *10ms + 3 ms */

#define KWARC 4194304 /* częstotliwość kwarcu */
#define CZAS_10MS (int)(-KWARC/12 * 10/1000)

#define LOW(liczba) ((char)((int)(liczba) ))
#define HIGH(liczba) ((char)((int)(liczba) >> 8))
/***** S T A L E G L O B A L N E *****/
/* Z M I E N N E G L O B A L N E */
/*****

const char LED[] =
{
    0xff, 0xce, 0x6e, 0x5e,
    0xcd, 0x6d, 0x5d, 0xcb,
    0x6b, 0x5b, 0x67, 0xc7,
    0x57, 0xff, 0xff, 0xff
};

char cyfra; /* cyfra odebrana jako ostatnia */
char impulsy; /* licznik impulsów wybięrczych */
char dtmf; /* cyfra odebrana w DTMF */
char przerwa, zwarcie; /* liczniki czasu przerwy, zwarcia pętli */
char ton, cisza; /* liczniki czasu tonu, ciszy DTMF */

bit zezwol; /* zezwolenie na doliczenie impulsu do cyfry dekadowej */

/***** O B S T U G A P R Z E R W A N I A *****/
interrupt [0x0B] void odb_imp(void) /* obsługa przerwania od T0 */
{
    TR0 = 0; /* przeładuj timer */
    TFO = 0;
    TLO = LOW( CZAS_10MS );
    TH0 = HIGH( CZAS_10MS );
    TR0 = 1;

/***** O D B I O R N I K D T M F *****/
if( EST ) /* jeśli jest ton DTMF */
{
    cisza = 0; /* kasuj czas ciszy */
    if( ton < TON_MIN ) ton++; /* zwiększaj czas tonu */
    if( ton == TON_MIN ) /* jeśli dostatecznie długi ton */
    {
        ton = TON_MIN + 1; /* czekaj na ciszę */
        dtmf = 0;
        ACK = 1; if( SD ) dtmf += 1; ACK = 0; /* odczytaj cyfrę DTMF */
        ACK = 1; if( SD ) dtmf += 2; ACK = 0;
        ACK = 1; if( SD ) dtmf += 4; ACK = 0;
        ACK = 1; if( SD ) dtmf += 8; ACK = 0;
        cyfra = dtmf; /* zapamiętaj odebraną cyfrę */
    }
}

else /* jeśli jest cisza */
{
    ton = TON_MIN + 1; /* zablokuj odliczanie czasu tonu */
    if( cisza < CISZA_MIN ) cisza++; /* zwiększaj czas ciszy */
    else ton = 0; /* jeśli dostatecznie długa cisza - odblokuj liczenie tonu */
}

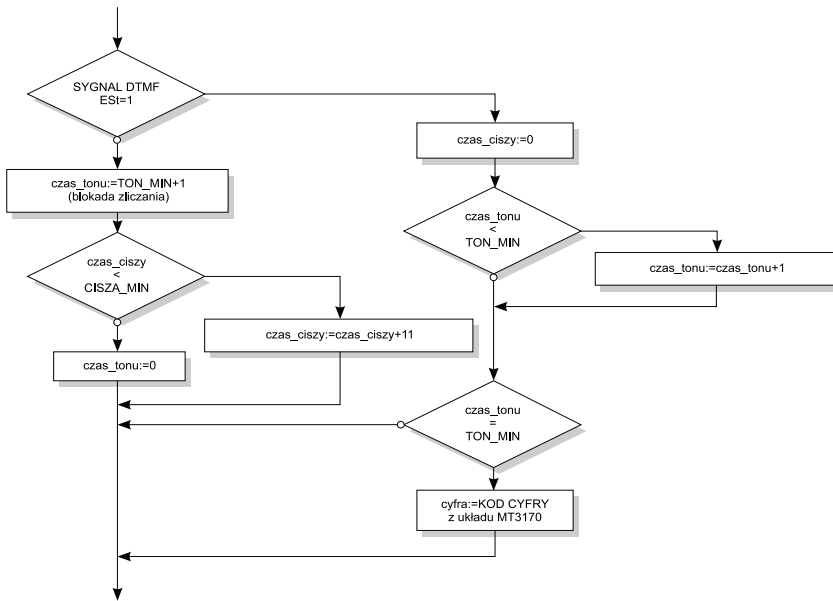
/***** O D B I O R N I K D E K A D O W Y *****/
if( PRAD ) /* jeśli płynię prąd */
{
    WYSWIETLACZ = LED[cyfra]; /* wyświetl odebraną cyfrę */
    if( zwarcie < CYFRA_MIN ) zwarcie++;
    else if( impulsy != 0 ) /* koniec cyfry */
    {
        cyfra = (impulsy < 11)? impulsy: 0x0f; /* zapamiętaj poprawną */
        impulsy = 0; /* cyfrę lub 0x0f */
    }
    if( (przerwa > PRZER_MIN) && zezwol )
    {
        zezwol = 0;
        impulsy++;
    }
    przerwa = 0;
}
else
{
    WYSWIETLACZ = 0xff; /* wygaś wyświetlacz */
    if( przerwa < SPOCZ_MIN ) przerwa++;
    else
    {
        impulsy = 0;
        zezwol = 0;
    }
}
if( zwarcie > ZWAR_MIN ) zezwol = 1;
zwarcie = 0;
}

/***** P R O G R A M G L O W N Y *****/
void main(void)
{
    ACK = 0;
    zezwol = 0;
    cyfra = 10;
    impulsy = 0;
    zwarcie = 0;
    przerwa = 0;
    ton = TON_MIN + 1;
    cisza = 0;

    TMOD &= 0xf1; /* ustawienie i uruchomienie T0 */
    TMOD |= 0x01;
    TR0 = 0;
    TFO = 0;
    TLO = 0xff;
    TH0 = 0xff;
    PTO = 0;
    IE |= 0x82;
    TR0 = 1;

    for(;;) /* główna pętla programu */
        PCON |= 0x01;
}

```



Rys. 4. Algorytm pracy odbiornika DTMF.

Wyświetlacz zrealizowano jako matrycę diod świecących o trzech kolumnach i 4 wierszach, w układzie klawiatury telefonicznej. W wyświetlaczu zastosowano niskoprądowe diody LED, które osiągną pełną jasność świecenia przy 2mA. Rezystory: R2, R3 i R4 zwiększają prąd zasilający diody LED, gdyż prąd, jaki może dostarczyć wyjście procesora w stanie wysokim jest zbyt mały.

### Montaż i uruchomienie

Monitor zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej, której widok przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys. 2.

Pod procesor (U1) i odbiornik (U2) należy zamontować podstawki. Uruchomienie należy rozpocząć od dokładnego sprawdzenia poprawności montażu. Następnym krokiem jest włączenie monitora szeregowo z aparatem telefonicznym.

Po podniesieniu mikrotelefonu na kondensatorze C5 powinno

pojawić się napięcie około 5,5V oraz powinna zapalić się dioda odpowiadająca cyfrze „0”. Wybranie dowolnej cyfry impulsowo powinno spowodować gaśnięcie i zapalenie ostatnio świecącej dio-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

R1, R7: 1kΩ  
R2, R3, R4: 1,8kΩ  
R5: 10kΩ  
R6: 100kΩ

#### Kondensatory

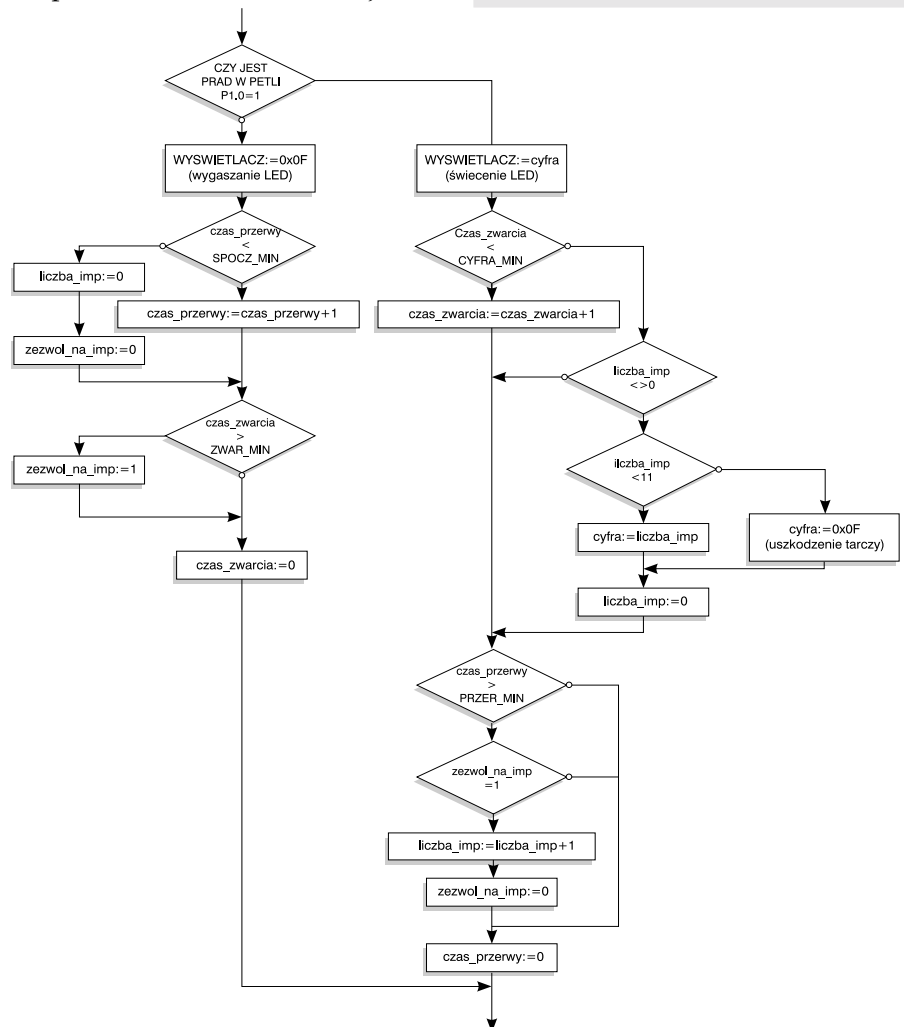
C1, C2: 100nF  
C3, C4: 33pF  
C5: 2200μF/16V

#### Półprzewodniki

U1: AT89C2051, zaprogramowany  
U2: MT3170BE  
T1: BC547  
MD1: mostek 1A/100V  
D1, D2, D3: 1N5817  
D4: C5V6 1,3W  
D5: C3V3 0,4W  
LED\_1, LED\_2, LED\_3, LED\_4, LED\_5, LED\_6, LED\_7, LED\_8, LED\_9, LED\_\*, LED\_0, LED\_#: LED φ3

#### Różne

Kwarc Q1: 4,194304MHz  
Złącze Z1: ARK2  
Dławik D1: 10mH/100mA



Rys. 5. Algorytm pracy odbiornika impulsowego.

### Podstawowe cechy i właściwości monitora

- ✓ współpracuje z telefonami z wybieraniem impulsowym i tonowym;
- ✓ sygnalizuje stan pętli abonenckiej (zwarcie/przerwa);
- ✓ sygnalizuje wygaszeniem wszystkich diod:
  - zbyt dużą liczbę impulsów (uszkodzona tarcza numerowa);
  - odebranie normalnie nie używanych cyfr A, B, C, D w DTMF;
- ✓ jest wyposażony w wyświetlacz matrycowy z 12 diod LED w standardowym układzie klawiatury telefonicznej;
- ✓ nie wymaga zewnętrznego źródła zasilania.

dy, a po zakończeniu impulsowania zaświecenie diody odpowiadającej tej cyfrze. Przy wybieraniu tonowym, wyświetlacz jest aktualizowany niemal natychmiast.

### Oprogramowanie

Program monitora napisano w języku C (IAR Systems). Źródłowa wersja programu przedstawiona jest na **list. 1**. Po skom-

pilowaniu program zajmuje około 500 bajtów pamięci programu i kilkadziesiąt bajtów wewnętrznej pamięci danych. Algorytm działania programu monitora przedstawiono na **rys. 3**. Prosty odbiornik sygnalizacji DTMF zapewnia ignorowanie sygnałów zbyt krótkich i nie poprzedzonych ciszą. Algorytm pracy odbiornika tonowego ilustruje **rys. 4**.

Odbiornik impulsowy (sygnalizacji dekadowej) jest bardziej rozbudowany. Wynika to z faktu, że musi zliczać i analizować czasy wielu zdarzeń, takich jak: podniesienie mikrofonu, przerwa i zwarcie podczas wybierania i odstęp między cyframi. Sposób działania tego odbiornika można prześledzić na **rys. 5**.

**Tomasz Gumny, AVT**

---