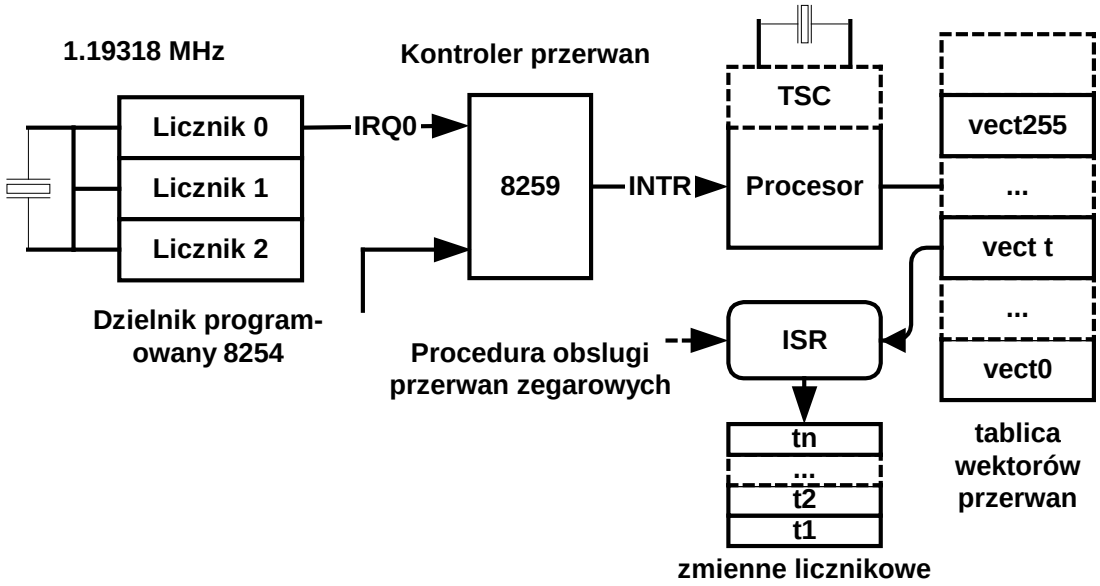
1 Timery i zdarzenia

Dokładność pomiaru czasu

Dokładność pomiaru czasu wynika ze sposobu zaprogramowania układów licznikowych 8254 które generują przerwania zegarowe



Rys. 1-1 Układy pomiaru czasu w komputerze PC

Dokładność pomiaru czasu tą metodą może być sprawdzona za pomocą funkcji **`clock_getres`**.

```
struct timespec {
  long tv_sec;   // sekundy
  long tv_nsec;  // nanosekundy
}
```

```
int clock_getres(clockid_t clk_id, struct timespec
                 *res);
```

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main( void )   {
    struct timespec res;

    if ( clock_getres( CLOCK_REALTIME, &res) == -1 ) {
      perror( "clock get resolution" );
      return EXIT_FAILURE;
    }
    printf( "Resolution is %ld micro seconds.\n",res.tv_nsec/
             1000);
    return EXIT_SUCCESS;
  }
```

Przykład 1-1 Program testowania dokładności zegara

W testowanym przez Autora przykładzie wynosił 1 ms.

1.1 Czynności cykliczne

1.1 Funkcje i programowanie timerów

Jedną z najczęściej spotykanych funkcji systemu czasu rzeczywistego jest generowanie zdarzeń które w ustalonym czasie uruchomić mają określone akcje systemu.

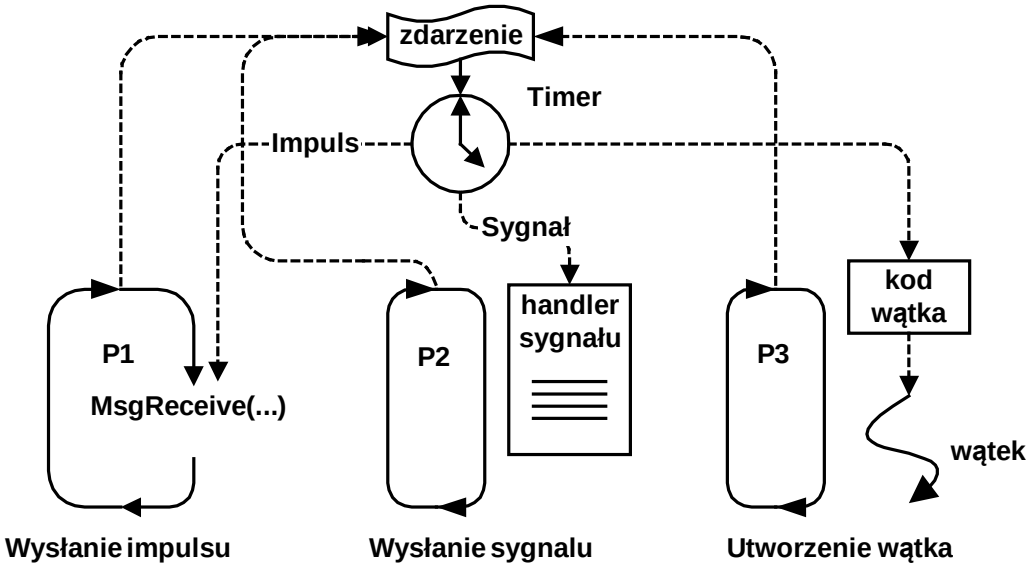
System operacyjny zawiera specjalnie do tego celu utworzone obiekty nazywane timerami (*ang. timers*).

Aby użyć timera należy:

- utworzyć – podaje się specyfikację generowanego zdarzenia
- nastawić – podaje się specyfikację czasu wyzwolenia

W systemie QNX6 Neutrino timery generować mogą następujące typy zdarzeń:

1. Impulsy
2. Sygnały
3. Utworzenie nowego wątku



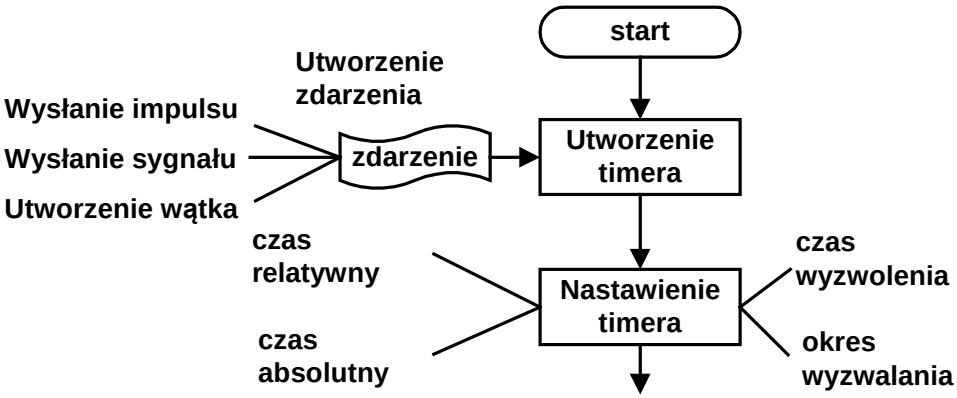
Rys. 1-2 Trzy rodzaje akcji inicjowanych przez timer

Ustawienie timera polega na przekazaniu mu informacji o
- planowanym czasie wyzwolenia,
- sposobie określenia tego czasu
- trybie pracy timera.

Czas można określać w sposób:
- absolutny - czas UTC lub lokalny
- relatywny - przesunięcie czasowe począwszy od chwili bieżącej

Timer może pracować w dwóch trybach:

1. Wyzwolenie jednorazowe (*ang. one shot*)
2. Wyzwalanie cykliczne (*ang. periodical*)



Rys. 1-3 Etapy przygotowania timera do pracy

1.2 Zdarzenia

System QNX6 Neutrino posiada uniwersalny a zarazem jednolity system powiadamiania o zdarzeniach (ang. *event*).

Zdarzenie może być:
- impulsem,
- sygnałem
- zdarzeniem które uruchamia wątek.

Wykonywany wątek może otrzymać zdarzenie z jednego z trzech źródeł:

1. Gdy inny wątek wykona funkcję **`MsgDeliverEvent().`**
2. Z procedury obsługi przerwania.
3. Z czasomierza który zakończył odliczanie.

W zawiadomieniach używa się struktury **`sigevent`** zdefiniowanej w pliku nagłówkowym **`<sys/siginfo.h>`**

```
struct sigevent {
  int   sigev_notify;
  union {
   int __sigev_signo;
   int __sigev_coid;
   int __sigev_id;
   void (*__sigev_notify_function)(union sigval);
  }             __sigev_un1;
  union sigval sigev_value;
  union {
     struct {
       short __sigev_code;
       short __sigev_priority;
     } __st;
     pthread_attr_t *__sigev_notify_attributes;
  }             __sigev_un2;
};
```

Listing 1-1 Budowa struktury sigevent

Znaczenie pól struktury zależy od wartości pola **`sigev_notify`** które określa typ zawiadomienia.

Wartość pola **`sigev_notify`**	Akcja
`SIGEV_PULSE`	Wysłanie impulsu
`SIGEV_SIGNAL`	Wysłanie do procesu sygnału zwykłego
`SIGEV_SIGNAL_CODE`	Wysłanie do procesu sygnału z 8 bitowym kodem
`SIGEV_SIGNAL_THREAD`	Wysłanie do wątku sygnału z 8 bitowym kodem
`SIGEV_INTR`	Używane w przerwaniach
`SIGEV_THREAD`	Utworzenie wątku

Tabela 1-1 Typy zawiadomień w systemie Neutrino

Na poziomie aplikacji używane są zawiadomienia w postaci:
- impulsów,
- sygnałów
- wątków

Wysyłanie impulsów

W przypadku wysyłania impulsów pole **sigev_notify** przyjmuje wartość **SIGEV_PULSE**.

Z każdym impulsem wiąże się:

- kod
- wartość

Impuls wysyłany jest do kanału za pośrednictwem połączenia i zgodnie z pewnym priorytetem. Atrybuty impulsu zawarte są w polach struktury **sigevent**

Pole	Zawartość
sigev_coid	Pole zawiera identyfikator połączenia CID z kanałem do którego ma być wysłany impuls
sigev_value	32 bitowa wartość związana z impulsem
sigev_code	8 bitowy kod związany z impulsem
sigev_priority	Priorytet impulsu, wartość 0 nie jest dopuszczalna

Tabela 1-2 Pola struktury sigevent gdy wysyłany jest impuls

Makro do inicjowania pól struktury **sigevent** na wysłanie impulsu:

```
SIGEV_PULSE_INIT(&event,coid,priority,code,value )
```

Wysyłanie sygnałów

Wysyłanie sygnałów zachodzi gdy pole **sigev_notify** przyjmie wartość

- **SIGEV_SIGNAL**
- **SIGEV_SIGNAL_ CODE**
- **SIGEV_SIGNAL_THREAD**

Pole	Zawartość
int sigev_signo	Pole zawiera numer wysyłanego sygnału
short sigev_code	Pole zawiera 8 bitowy kod związany z sygnałem i jest używane z sygnałami typu **SIGEV_SIGNAL_ CODE** i **SIGEV_SIGNAL_THREAD**

Tabela 1-3 Pola struktury sigevent gdy wysyłany jest sygnał

Do inicjowania struktury można użyć odpowiedniego makra.

Zwykły sygnał:

SIGEV_SIGNAL_INIT(&event, signal)

signal - numer sygnału.

Sygnał z kodem:

SIGEV_SIGNAL_CODE_INIT(&event, signal, value, code)

value - przekazywany do handlera sygnału

code - 8 bitowy kod związany z sygnałem.

Uruchamianie wątków

Gdy pole **sigev_notify** przyjmie wartość **SIGEV_THREAD** to zdarzenie polegało będzie na uruchomieniu wątku.

Pole	Zawartość
sigev_notify_function	Pole zawiera adres funkcji **(void *) func(void *value)**. Z funkcji tej będzie utworzony wątek gdy zajdzie zdarzenie.
sigev_value	Pole zawiera parametr value przekazywany do funkcji **func().**
sigev_notify_attributes	Pole zawiera strukturę z atrybutami wątku który ma być utworzony

Tabela 1-4 Pola struktury sigevent gdy uruchamiany jest wątek

Makro do inicjowania elementów struktury:

SIGEV_THREAD_INIT(&event, func, value, attributes)

1.3 Tworzenie i ustawianie timerów

Timer jest obiektem tworzonym przez system operacyjny a jego funkcją jest generowanie zdarzeń w precyzyjnie określonych chwilach czasu.

Aby użyć timera należy wykonać następujące czynności:

1. Zdecydować jaki typ zawiadomień ma generować timer (impulsy, sygnały, uruchomienie wątku) i utworzyć strukturę typu **`sigevent`**.
2. Utworzyć timer.
3. Zdecydować o rodzaju określenia czasu (absolutny lub relatywny).
4. Zdecydować o trybie pracy (timer jednorazowy lub cykliczny)
5. Nastawić go czyli określić tryb pracy i czas zadziałania.

Opis	Funkcja
Utworzenia timera	**`timer_create()`**
Nastawienie timera	**`timer_settime()`**
Uzyskanie ustawień timera	**`timer_gettime()`**
Kasowanie timera	**`timer_delete()`**

Tabela 1-5 Funkcje operujące na timerach

Tworzenie timera

Timer tworzy się za pomocą funkcji **`timer_create()`.**

```
int timer_create(clockid_t clock, struct
sigevent *evn, timer_t *timerid)
```

`clock` Identyfikator zegara użytego do odmierzania czasu obecnie **`CLOCK_REALTIME`**

`evn` Struktura typu sigevent zawierająca specyfikację generowanego zdarzenia.

`timerid` Wskaźnik do struktury zawierającej nowo tworzony timer

Typ powiadomienia określa struktura **sigevent**

- impuls - **SIGEV_PULSE_INIT**
- sygnał - **SIGEV_SIGNAL_INIT, SIGEV_SIGNAL_CODE_INIT, SIGEV_SIGNAL_ THREAD_INIT**
- odblokowanie wątku - **SIGEV_THREAD_INIT**.

Ustawianie timera

Ustawienie timera polega na określeniu:

- sposobu określenia czasu,
- czasu wyzwolenia,
- okresu repetycji.

Do ustawiania timera służy funkcja **`timer_settime()`**

`int timer_settime(timer_t *timerid,int flag, struct itimerspec *val, struct itimerspec *oldval)`	
`timerid`	Identyfikator timera zainicjowany przez funkcję **`timer_create`**
`flag`	Flagi specyfikujące sposób określenia czasu 0 – czas relatywny **`TIMER_ABSTIME`** – czas absolutny
`val`	Specyfikacja nowego czasu aktywacji
`oldval`	Specyfikacja poprzedniego czasu aktywacji

```
struct itimerspec {
 struct timespec it_value;      // pierwsza aktywacja
 struct timespec it_interval;   // interwał
}
struct timespec {
  long tv_sec;   // sekundy
  long tv_nsec;  // nanosekundy
}
```

`it_value` - Czas pierwszego uruchomienie
`it_interval` - Okres repetycji

it_value	it_interval	Typ zdarzeń
v > 0	x > 0	Cykliczne generowanie zdarzeń co **x** począwszy od **v**
v > 0	0	Jednorazowa generacja zdarzenia w **v**
0	dowolny	Timer zablokowany
x > 0	x > 0	Cykliczne generowanie zdarzeń co **x**

Tabela 1-6 Ustawianie trybu pracy timera

Przykład 1 - timer jednorazowy

```
it_value.tv_sec = 2;
it_value.tv_nsec = 500 000 000;
it_interval.tv_sec = 0
it_interval.tv_nsec = 0;
```

Uruchomi się jednorazowo za 2.5 sekundy od chwili bieżącej.

Przykład 2 - timer cykliczny

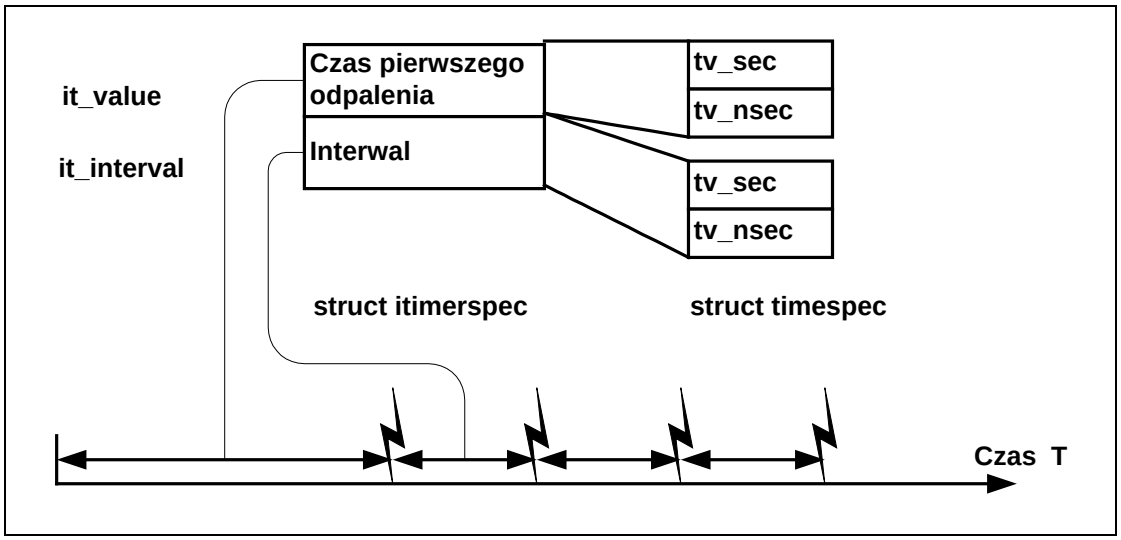
```
it_value.tv_sec = 2;
it_value.tv_nsec = 500 000 000;
it_interval.tv_sec = 1
it_interval.tv_nsec = 0;
```

po upływie 2.5 sekundy będzie generował zdarzenia cyklicznie co 1 sekundę.

Przykład 3 - timer absolutny

```
it_value.tv_sec = 1162378200;
it_value.tv_nsec = 0;
it_interval.tv_sec = 0
it_interval.tv_nsec = 0;
```

1 listopada 2006 roku, godzinie 12.50



Rys. 1-4 Pola struktury **itimerspec** dla timera cyklicznego (v = 2.5 sek, x=1sek)

Testowanie timera

Testowanie czasu pozostałego do wyzwolenia timera odbywa się za pomocą funkcji **timer_gettime().**

int timer_gettime(timer_t *timerid, struct itimerspec *value)	
timerid	Identyfikator timera zainicjowany przez funkcję **timer_create()**
value	Wskaźnik na strukturę do której skopiowany będzie wynik

Kasowanie timera

Timer kasuje się funkcją **timer_delete()**.

int timer_delete(timer_t *timerid)	
timerid	Identyfikator timera zainicjowany przez funkcję **timer_create**

1.4 Przykład – proces cykliczny wykorzystujący sygnały z timera

```
#include <errno.h>
#include <sys/siginfo.h>
#include <signal.h>

int sig_cnt = 0;

void sig_handler( int sig_number )  {
       ++sig_cnt;
}

main(int argc, char *argv[]) {
   int  pid, i ,id,priority;
   struct _msg_info info;
   timer_t timid;
   struct sigevent evn;
   struct itimerspec t;

   // Instalacja funkcji obslugi sygnalu
   signal(SIGUSR1,sig_handler);

   // Utworzenie zdarzenia
   SIGEV_SIGNAL_INIT(&evn,SIGUSR1);

   // Utworzenie timera
   id = timer_create(CLOCK_REALTIME,&evn,&timid);
   if(id < 0) {
         perror("timer");
         exit(-1);
   }

  // Nastawienie timera
  t.it_value.tv_sec = 1;
  t.it_value.tv_nsec = 0;
  t.it_interval.tv_sec= 1;
  t.it_interval.tv_nsec= 0;
  timer_settime(timid,0,&t,NULL);

  // Kod procesu ----------------------------------------
  for(i=0;; i++) {
      sigpause(0);
      printf("Sygnal: %d  \n",sig_cnt);   continue;
  }
}
```

Przykład 1-2 proces cykliczny wykorzystujący sygnały z timera

1.5 Sterowanie sekwencyjne

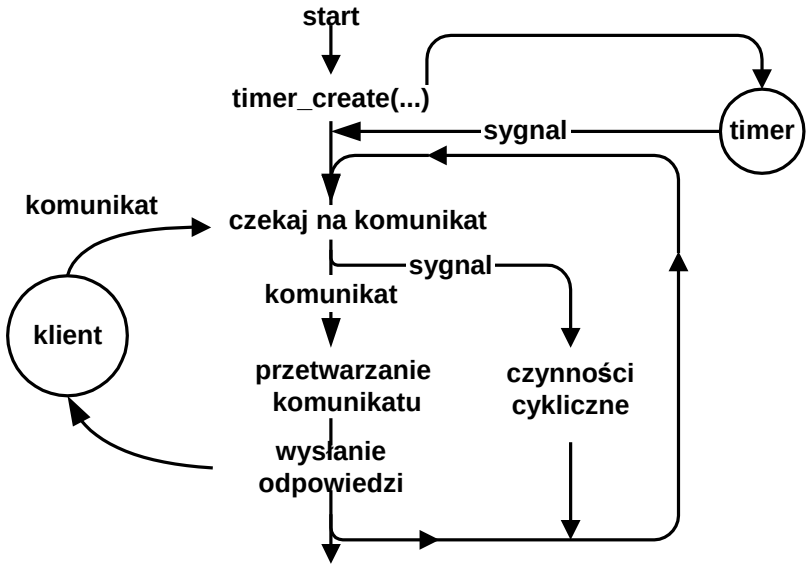
```
// Ta struktura opisuje pojedynczy krok
typedef  struct  {
    int nr;                // numer kroku
    struct timespec czas;  //  Opoznienie
    int wy;                // Co na wyjsciu
    int we;                // Co na wejsciu
 } krok_t;

 // { krok, {sek, nsek}, wyjscie, wejscie }
 // Tablica prog jest inicjalizowana
 krok_t prog[SIZE]   = { {1, {1,0}, 0x01, 0x01},
                         {2, {2,0}, 0x02, 0x02},
                         {3, {3,0}, 0x04, 0x04},
                         {4, {2,0}, 0x08, 0x08}
                        };

int sig_cnt = 0;
static int base = ADRB;

void sig_handler( int sig_number )  {
       ++sig_cnt;
}

 main(int argc, char *argv[]) {
  int  krok,i =0;
  int id,k,x;
  timer_t timid;
  struct sigevent evn;
  struct itimerspec t;
  ThreadCtl( _NTO_TCTL_IO, 0 );
  base = mmap_device_io(16,ADRB);

  // Instalacja funkcji obslugi sygnalu
  signal(SIGUSR1,sig_handler);

  // Utworzenie zdarzenia
  SIGEV_SIGNAL_INIT(&evn,SIGUSR1);

  // Utworzenie timera
  id = timer_create(CLOCK_REALTIME,&evn,&timid);
   if(id < 0) {
         perror("timer");
         exit(-1);
   }

   krok = 0;
```

```
   for(i=0;i<20; i++) { // Petla glowna
       dout(2,prog[krok].wy);
       // Programowanie timera -------------------
       t.it_value.tv_sec = prog[krok].czas.tv_sec;
       t.it_value.tv_nsec = prog[krok].czas.tv_nsec;
       t.it_interval.tv_sec= 0;
       t.it_interval.tv_nsec= 0;
      // Nastawienie timera
      timer_settime(timid,0,&t,NULL);
      sigpause(0);
      k = 0;
      do {  // Czekamy ma odpowiednie wejscie
           x = dinp(1);
           if( prog[krok].we & x) break;
           usleep(500000);
           k=k+1;
      }  while(k < 10);
      krok = (krok+1) % SIZE;
      printf("Sygnal: %d  krok %d k= %d\n",sig_cnt,krok,k);
  }
  printf("Serwer zakonczony\n");
}
```

Przykład 1-3 Sterowanie sekwencyjne

1.6 Serwer odbierający komunikaty i pobudzany impulsami z timera

W wielu sytuacjach wygodnie jest aby serwer mógł wykonywać pewne czynności cykliczne nawet gdy brak jest docierających z zewnątrz komunikatów.



Rys. 1-5 Serwer pobudzany sygnałami z timera wykonuje czynności cykliczne

```
#include <sys/siginfo.h>
#include <time.h>
typedef struct {
  int typ;
  char buf[BUFLEN];
} msgt;

int sigcnt = 0;

void blad(char *s) {
     perror(s);
     exit(1);
   }

void sig_handler(int signum) {
   sigcnt++;
   // printf("alarm %d\n",sigcnt);
}
```

```
int main(void) {
   struct sockaddr_in adr_moj, adr_cli;
   int s, i,res, id, slen=sizeof(adr_cli),snd, rec,
blen=sizeof(msgt);
   msgt msg;

   timer_t timid;
   struct sigevent evn;
   struct itimerspec t;

  // Instalacja funkcji obslugi sygnalu
   signal(SIGUSR1,sig_handler);

   // Utworzenie zdarzenia
   SIGEV_SIGNAL_INIT(&evn,SIGUSR1);

   // Utworzenie timera
   id = timer_create(CLOCK_REALTIME,&evn,&timid);
   if(id < 0) {
         perror("timer");
         exit(-1);
   }

  // Nastawienie timera
  t.it_value.tv_sec = 1;
  t.it_value.tv_nsec = 0;
  t.it_interval.tv_sec= 1;
  t.it_interval.tv_nsec= 0;
  timer_settime(timid,0,&t,NULL);

   // Tworzymy gniazdko -------
   s=socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
   if(s < 0) blad("socket");
   // Ustalenie adresu IP nadawcy
   memset((char *) &adr_moj, 0, sizeof(adr_moj));
   adr_moj.sin_family = AF_INET;
   adr_moj.sin_port = htons(PORT);
   adr_moj.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
   if (bind(s, &adr_moj, sizeof(adr_moj))==-1)
       blad("bind");

   // Instalacja handlera sygnalu
   // signal(SIGALRM,sighandler);
```

```
   for (i=0; i<KROKI; i++) {
      // Czekamy na komunikat
      rec = recvfrom(s,(char *)&msg,blen,0,&adr_cli,&slen);
      if(rec < 0) {
            perror("recfrom");
            if(errno == 4) { // timeout
               printf("Timeout: %d\n",sigcnt);
               // Tu akcja cykliczba
            }
            continue;
      }
      // Odpowiedz -----
      sprintf(msg.buf,"Odpowiedz %d",i);
      snd = sendto(s, &msg, blen, 0, &adr_cli, slen);
      if(snd < 0) blad("sendto()");
   }

   close(s);
   return 0;
}
```

Przykład 1-4 Serwer czeka na komunikatu UDP. Timer inicjuje akcje cykliczne

1.7 Timer cyklicznie tworzący wątki

W handlerze sygnałów nie wolno używać funkcji wejścia wyjścia. Jednostką o znacznie większych możliwościach jest wątek i może być on także utworzony przez timer.

- Kod wątku zawarty jest w funkcji **`fun().`**
- Program tworzy zdarzenie **evn** za pomocą makra **`SIGEV_THREAD_INIT( &evn, &fun, NULL, NULL )`**.
- Tworzony i ustawiany jest timer
- Proces przystępuje do odbioru komunikatów.
- Gdy wyzwalany jest timer tworzone są wątki według kodu zawartego w funkcji **`fun()`**.

Funkcja może zawierać operacje wejścia wyjścia.

```
// Serwer - proces odbierajacy komunikaty,
// Komunikaty wysyla proces send
// uruchomiony timer tworzacy watki
// -----------------------------------------------------
 ...
 #define SIZE 256
 #define NAZWA "seweryn"

 struct  {
    int  type;        // typ komunikatu
    char text[SIZE];  // tekst  komunikatu
 } msg, rmsg;

 int sig_cnt = 0;

 void fun( void *par )  { // Kod watka
       ++sig_cnt;
       printf("Wątek zadzialal - licznik: %d\n",sig_cnt);
  }

 main(int argc, char *argv[]) {
  int  pid, con,i ,coid,id,priority;
  struct _msg_info info;
  name_attach_t  *nazwa_s;

  timer_t timid;
```

```
  struct sigevent evn;
  struct itimerspec t;
  // Utworzenie i rejestracja nazwy -----------------
  if((nazwa_s = name_attach(NULL,NAZWA,0)) == NULL) {
      perror("Rejestracja"); exit(1);
  };

  // Utworzenie zdarzenia
  SIGEV_THREAD_INIT( &evn, &fun, NULL, NULL );

  // Utworzenie timera
  id = timer_create(CLOCK_REALTIME,&evn,&timid);

  // Nastawienie timera
  t.it_value.tv_sec = 2;
  t.it_value.tv_nsec = 0;
  t.it_interval.tv_sec = 2;
  t.it_interval.tv_nsec = 0;
  timer_settime(timid,0,&t,NULL);

  // Kod serwera ------------------------------------
  printf("Serwer startuje \n");
  for(i=0;; i++) {
   pid = MsgReceive(nazwa_s->chid,&msg,sizeof(msg),&info);
   if(pid == -1) {
          printf("Bladl: %d  \n",errno);   continue;
   }
   printf("Kom typ: %d text: %s \n",msg.type, msg.text);
   sprintf(msg.text,"potwierdzenie %d",i+1);
   MsgReply(pid,0,&msg,sizeof(msg));
  }
  printf("Serwer zakonczony\n");
}
```

Przykład 1-5 Proces serwera z timerem cyklicznie tworzącym watki