

System czasu rzeczywistego

Definicje

System czasu rzeczywistego (*real-time system*) jest to system komputerowy, w którym obliczenia prowadzone równoległe z przebiegiem zewnętrznego procesu mają na celu nadzorowanie, sterowanie lub terminowe reagowanie na zachodzące w tym procesie zdarzenia.

System wbudowany (*embedded system*) jest to system komputerowy będący częścią większego systemu i wykonujący istotną część jego funkcji; przykładem może być komputer pokładowy samolotu lub system sterujący szybką koleją miejską.

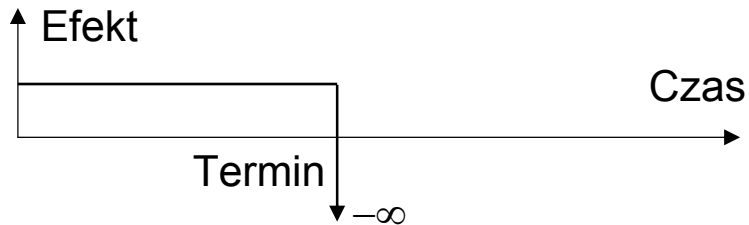
[Standard Computer Dictionary, IEEE Std 610, 1990]

Charakterystyka

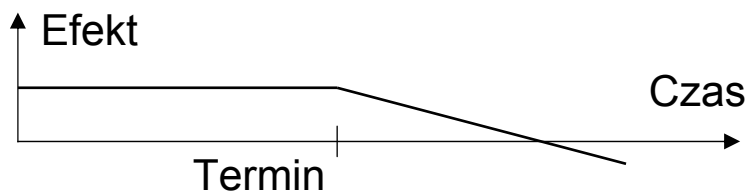
- Połączenie z procesem zewnętrznym (instalacja)
- Ograniczenia czasowe, np.:
- Straty związane z przekroczeniem ograniczeń:

Klasyfikacja

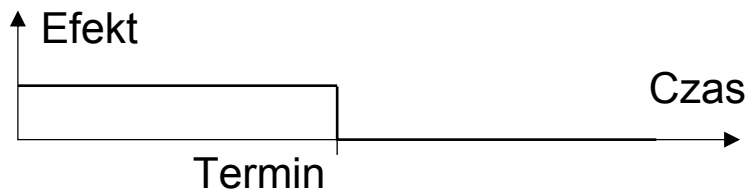
- **Ostre graniczenia czasowe (*hard real-time*)**



- **Łagodne ograniczenia czasowe (*soft real-time*)**

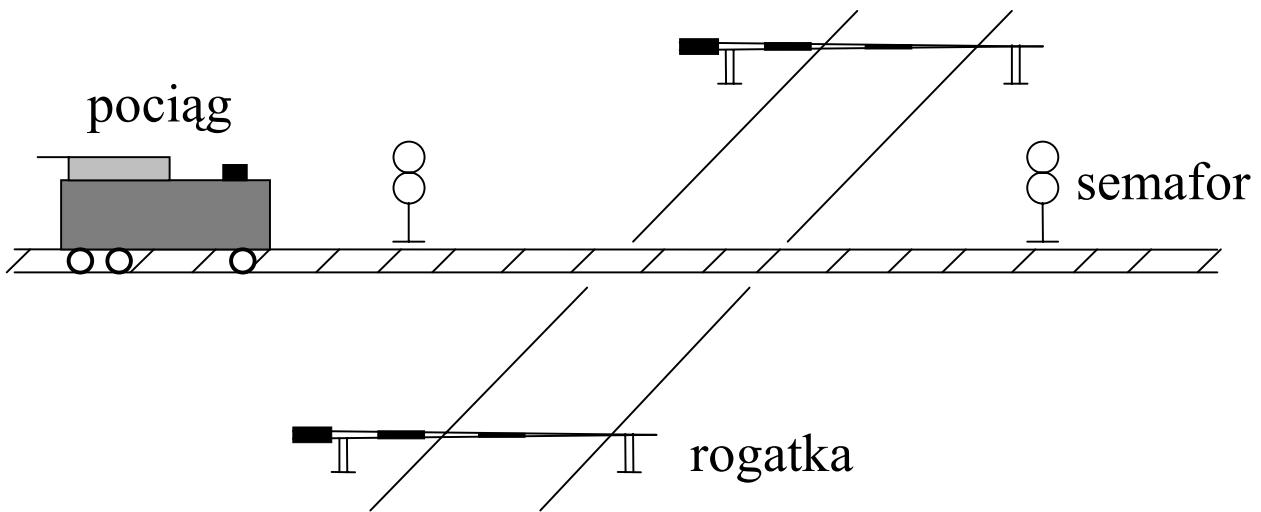


- **Sztywne ograniczenia czasowe (*firm real-time*)**



Przykłady

• Sterowanie przejazdem kolejowym



Zdarzenie:

a) pociąg zbliża się

→

Reakcja:

zamknij roгатkę
wyświetl zielone światło

b) pociąg odjeżdża

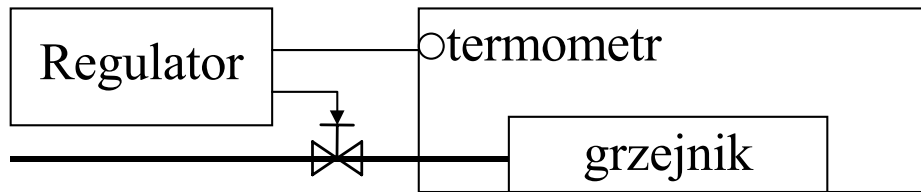
→

wyświetl czerwone światło
otwórz roгатkę

Ograniczenia czasowe:

- zamknięcie w czasie $< \Delta t_1$ (bo katastrofa)
- wyświetlenie w czasie $< \Delta t_2$ (bo hamowanie)

• Regulacja temperatury



Wymagania: stabilizować temperaturę z dokładnością $\leq \pm 1^\circ\text{C}$

Gdzie jest czas?

Regulator PID:

$$u = K_p \left(\varepsilon + \frac{1}{T_i} \int \varepsilon(t) dt + T_d \frac{d\varepsilon}{dt} \right)$$

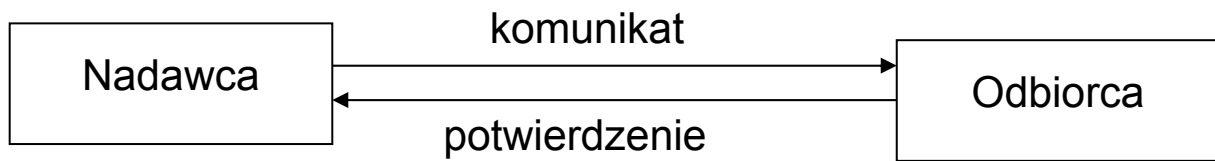
Implementacja regulatora:

```
repeat every  $\Delta t$ 
  ...
  suma = suma + en ;
  un = Kp * en + suma *  $\Delta t$  / Ti + Td * (en - eold) /  $\Delta t$  ;
  eold = en ;
  ...
end repeat ;
```

Ograniczenia czasowe:

- dokładność pomiaru czasu Δt określa dokładność regulacji

- Transmisja pakietów danych w sieci



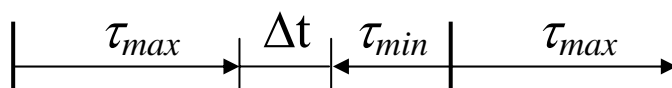
max czas transmisji komunikatu = τ_{max}

min czas transmisji komunikatu = τ_{min}

Zdarzenie:

- | | | |
|-------------------------|---|---------------------------|
| o) odbiór komunikatu | → | wyślij potwierdzenie |
| n) odbiór potwierdzenia | → | wyślij następny komunikat |
| n) brak potwierdzenia | → | wyślij retransmisję |

Reakcja:

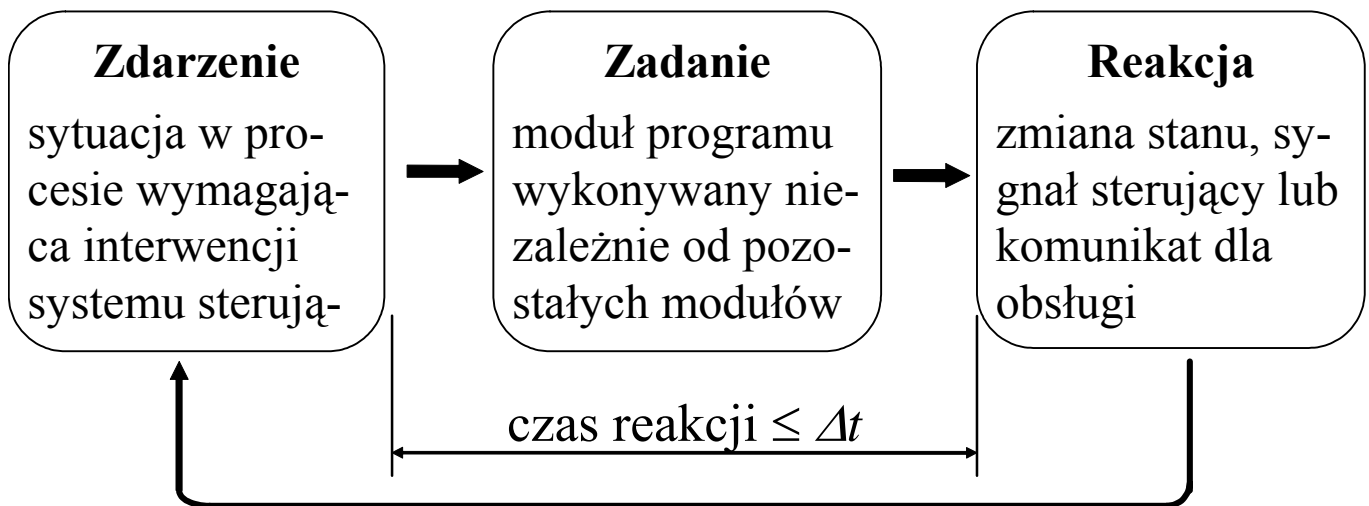


Ograniczenie czasowe:

- zwłoka potwierdzenia $\leq \Delta t$
- czas nadawania $\leq \tau_{max} + \tau_{min} + \Delta t$

Model działania systemu

- Działania taktowane zdarzeniami (*event-triggered*)
- Działania taktowane czasem (*time-triggered*)



Poprawność systemu czasu rzeczywistego

- Poprawność funkcjonalna
- Terminowość wykonania

Zapewnienie terminowości

- Rodzaje zadań:
 - cykliczne z zadaniem okresem powtarzania (c)
 - sporadyczne z zadaniem terminem zakończenia (d)
- Sposób postępowania:
 1. Określenie zadań i zdefiniowanie ograniczeń czasowych
 2. Dobór sprzętu i oszacowanie czasu wykonania zadań
 3. Zaplanowanie kolejności wykonania (szeregowanie)
 4. Weryfikacja projektu

Sterowniki wbudowane

Wymagania

- Odporność na trudne warunki pracy
- Możliwość pracy ciągłej
- Niezawodność działania
- Ograniczony pobór mocy
- Układy wejść-wyjść procesowych

Konstrukcja

- Komputery jednopłytkowe lub *piggyback* (np. PC/104)



- Komputery kasetowe (np. VME)



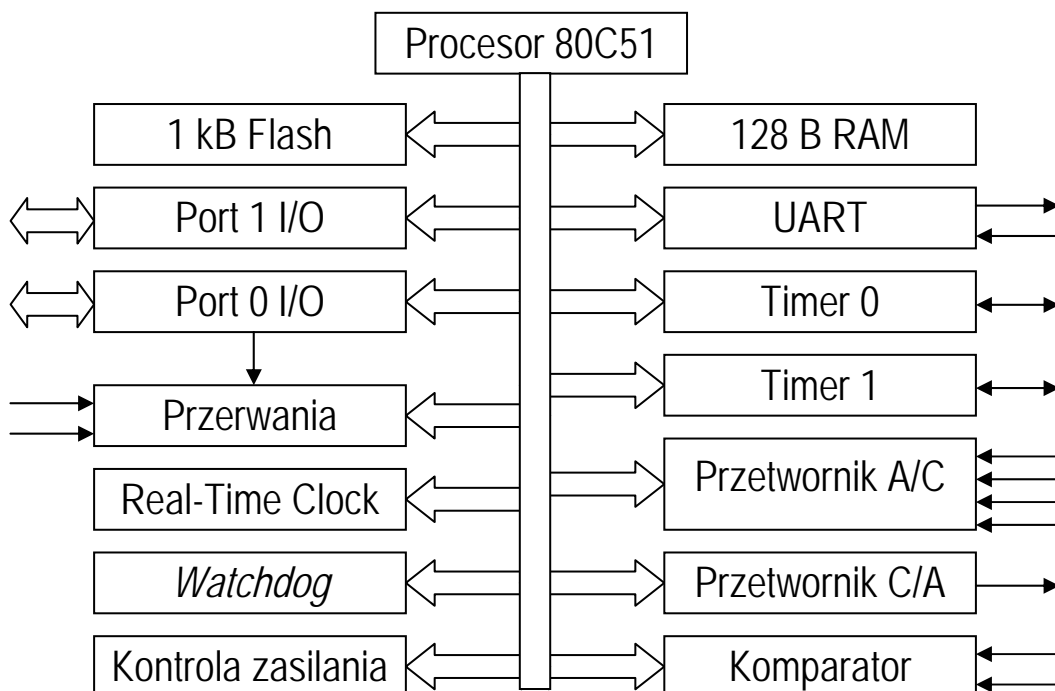
Procesory wbudowane

- 80C51 (*Intel*) — 8-bitowy, CISC
- ARM (*Acorn Computers*) — 32-bitowe, RISC
 - Strong ARM (*DEC*) – niski pobór mocy
 - xScale (*Intel*) – wysoka wydajność
- MIPS (*MIPS Technologies*) — 32 i 64-bitowe, RISC
- SH (*Hitach*) — 32 i 64-bitowe, RISC
- x86 (*Intel*) — 32-bitowe, CISC
- 68K (*Motorola*) — 32-bitowe, CISC
 - PowerPC, MPC8xx, MPC5xx

Mikrokontroler 80C51

- 8-bitowy procesor CISC (16-bitowa przestrzeń adresowa)
- dwupoziomowy układ przerwania
- 4 kB pamięci ROM, 128 B pamięci RAM
- 4 dwukierunkowe rejestry we/wy
- 1 port szeregowy (UART)
- 2 programowane 16-bitowe liczniki czasu (*timer*)
- procesor binarny
- tryb oszczędzania energii

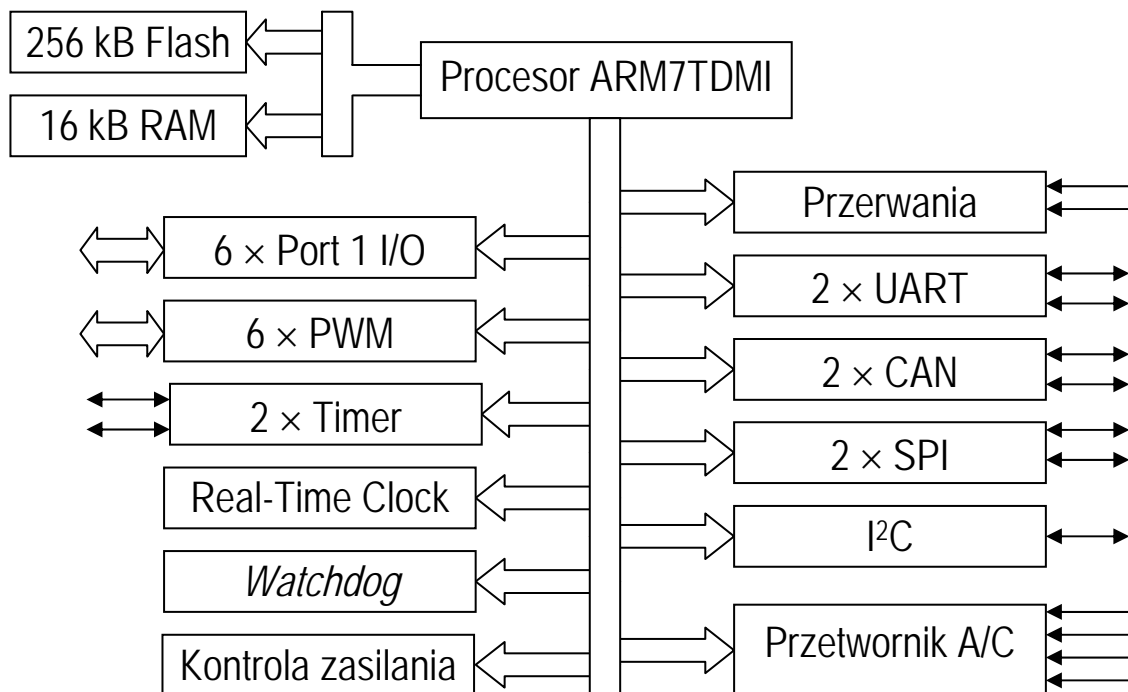
Mikrokontroler P89LPC9107



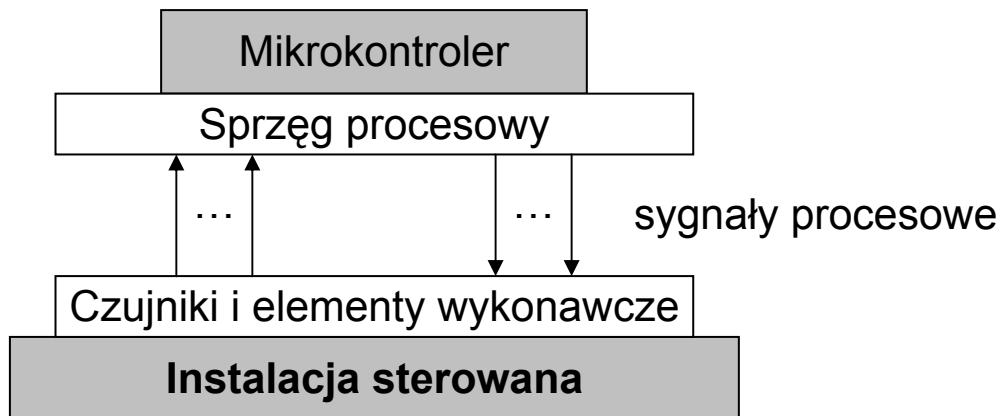
Procesor ARM7TDMI

- 32-bitowy procesor RISC
- wektorowy układ przerwania
- telefony komórkowe, dyski twarde, routery, kalkulatory, konsole gier

Mikrokontroler LPC2129



Sprzęg procesowy (*process interface*)

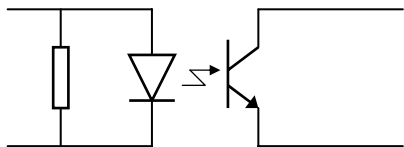


Sygnały procesowe

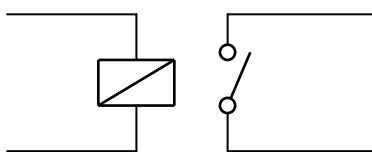
- Analogowe
 - 4 – 20mA (0 – 20mA)
 - 0 – 10V
 - termopary, termometry rezystancyjne
- Dwustanowe
 - 0 – 24V / 0,5A
 - styk
 - 0 – 5V (pomocnicze)

Izolacja galwaniczna

- Optoizolacja



- Przekaznik



- Przetwornica napięcia

