



# Politechnika Wrocławska

## Podstawy Techniki Mikroprocesorowej

wykład 3: procedury,  
system przerwań

Dr inż. Jacek Mazurkiewicz  
Katedra Informatyki Technicznej  
e-mail: [Jacek.Mazurkiewicz@pwr.edu.pl](mailto:Jacek.Mazurkiewicz@pwr.edu.pl)

# A tak ładnie rozkaz przetwarzam

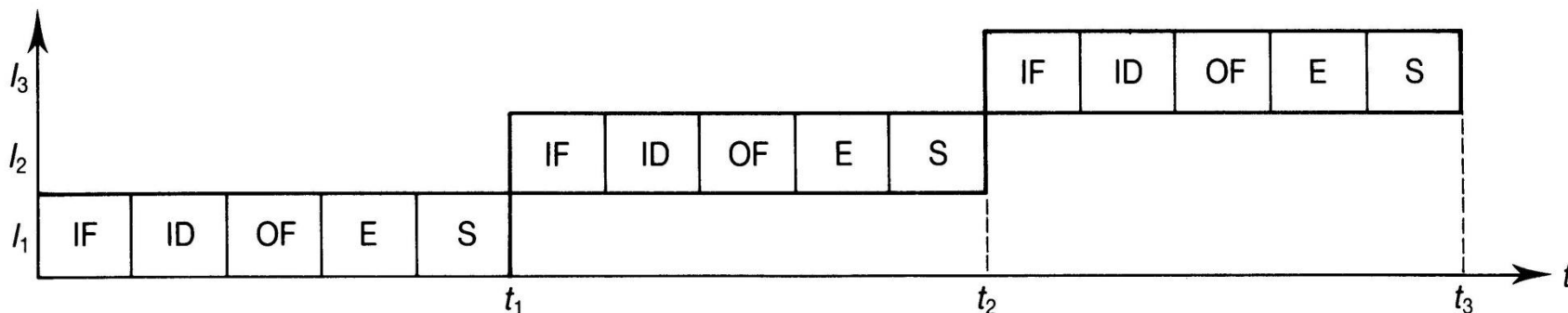
S1  $\longrightarrow$  S2  $\longrightarrow$  S3  $\longrightarrow$  S4  $\longrightarrow$  S5  $\longrightarrow$  S6

- S1 - **IF** - rozkazu pobranie,
- S2 - **ID** - rozkazu dekodowanie,
- S3 - **OF** - adresu efektywnego wyznaczanie,
- S4 - **OF** - argumentów ładowanie,
- S5 - **E** - egzekucja,
- S6 - **S** - rezultatów pamiętanie,
- Osoby dramatu:
- Procesor: vřdy - siempre!
- Pamięć: S1, S3, S4, S6.

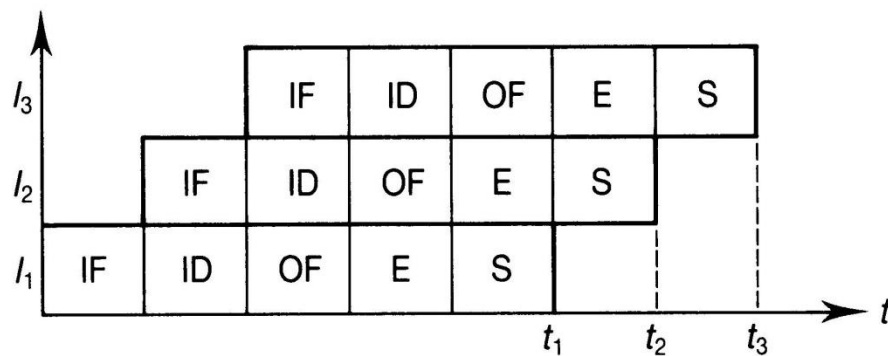


# Idea przetwarzania potokowego (1)

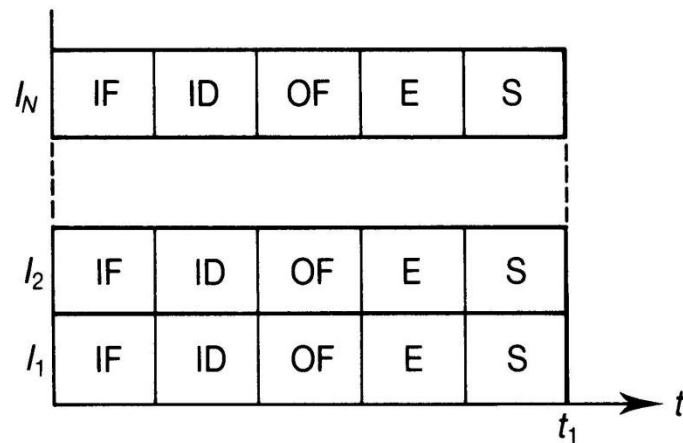
(a)



(b)

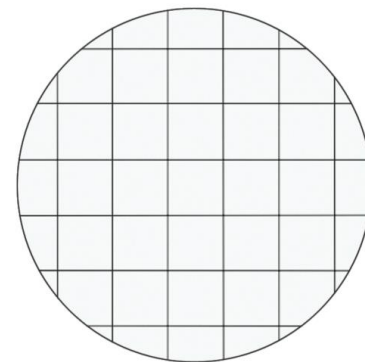


(c)



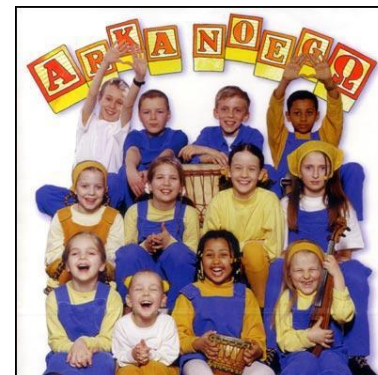
# Idea przetwarzania potokowego (2)

- unifikacja czasu przetwarzania
  - gdzie akcja poza procesor - dłużej:  
IF, OF, S (np. 3t)
  - gdzie akcja w procesorze - krócej:  
ID, E (np. 1t)
  - cały rozkaz: 11t, każdy co 11t
  - potokowo: 15t, ale potem co 3t
  - problem: zależność kolejnych rozkazów między sobą
  - skoki!



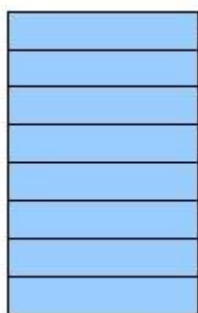
# Idea przetwarzania potokowego (3)

- ze skokami walczymy tak:
  - „nie boję się...”
    - gross i tak się nie robi
    - a jeśli nawet to strajku nie będzie
  - **PZU**
    - jeśli skok to: ein moment!
  - **ORMO** czuwa
    - dodatkowa maszyneria konieczna!

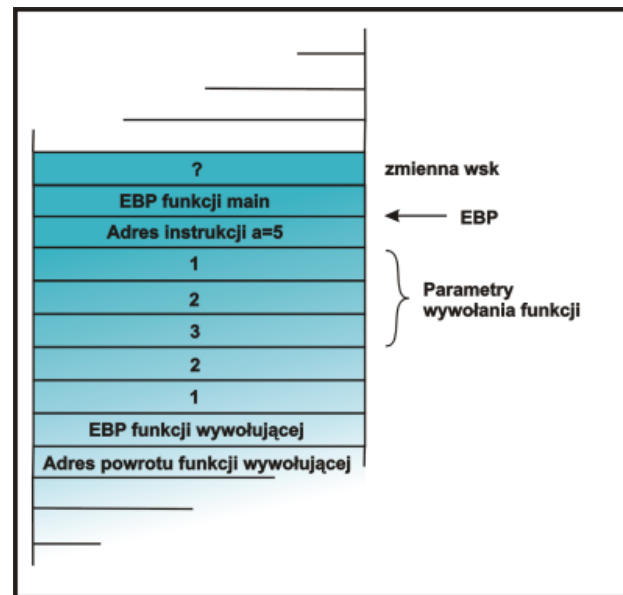


# Funkcje i procedury

- stos by pamiętać gdzie wrócić:
  - odłożenie PC i tego co ważne



Szczyt stosu




- okna rejestrowe
  - by szybciej dane przekazywać



# System przerwania (1)

- skrzynka pierwszej pomocy
  - sprzęt
  - program
  - czasem funkcje
- recepty na wypadek awarii
  - projektant
  - konstruktor
  - użytkownik
  - wolne - do zdefiniowania
  - można czasem zmienić
  - recepta - procedura w pamięci



Recepta 03500000001311932183	
Zakład Opieki Zdrowotnej "Esculap" Sp. z o.o. 24-100 Puławy, ul. Zwirki i Muchomorka 6 Fax: 081 887 87 87, tel.: 081 887 87 87	
Świadczeniodawca	
Pacjent	Dotyczy NFZ
	Upewnienie
PESEL	Chybaż nie
Rp.	
	
Data wystawienia 03500000001311932183	
Data realizacji w/dm	
Data ident. i podpis lekarza	
Recepta Pielęgni. 2017-01-01, ul. Zwirki i Muchomorka 6, tel. 081 887 87 87	



# System przerwań (2)

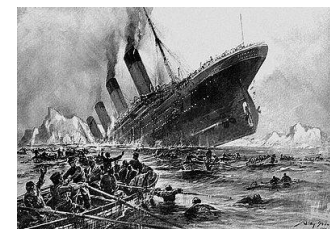
- **zgłoszenie przerwania**
  - sprzęt - linia
  - program - znaczniki rejestrów
  - zawsze agregacja
- **test**
  - przynajmniej co wykonanie rozkazu
- **sekwencja działań**
  - jednoznaczne i bez wątpienia





# System przerwań (3)

- **wyłączenie systemu przerwań (opcja)**
  - procesor nie żaba
  - ale może Titanic zatonać



- **zapamiętanie stanu systemu**
  - co: rejestry specjalne i ogólne
  - gdzie: stos - przełączenie danych,  
inny bank - przełączenie kontekstu
  - kto: automat - wygodnie  
programista - procedura obsługi przerwania  
i tak, i tak - najważniejsze rzeczy - automat



# System przerwań (4)

- **identyfikacja źródła przerwania**

- powiedz co boli i kogo
- nr przerwania
- adres procedury obsługi

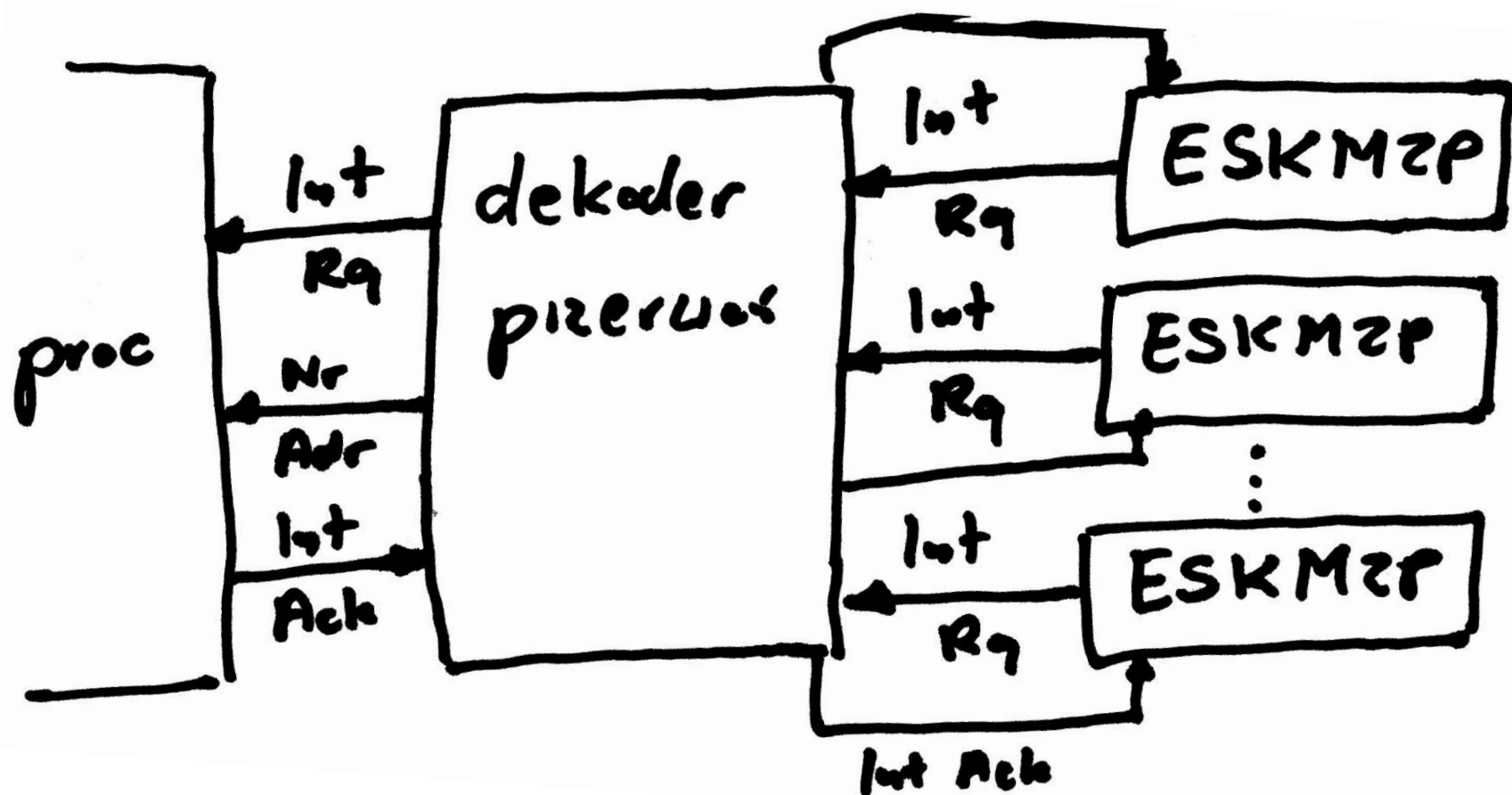


- **arbitraż - priorytety**

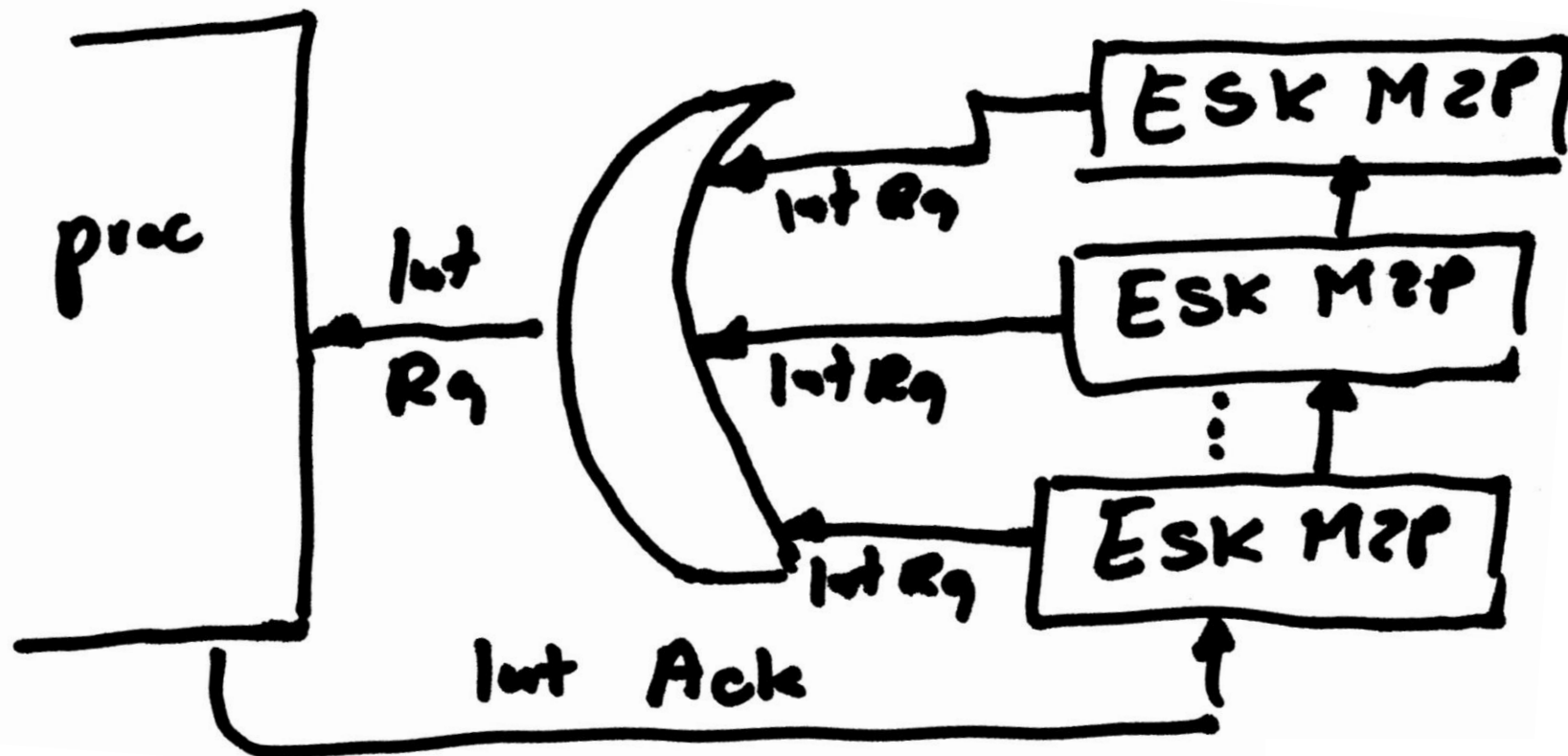
- programowy
- sprzętowy:
  - równoległy
  - szeregowy
  - mieszany



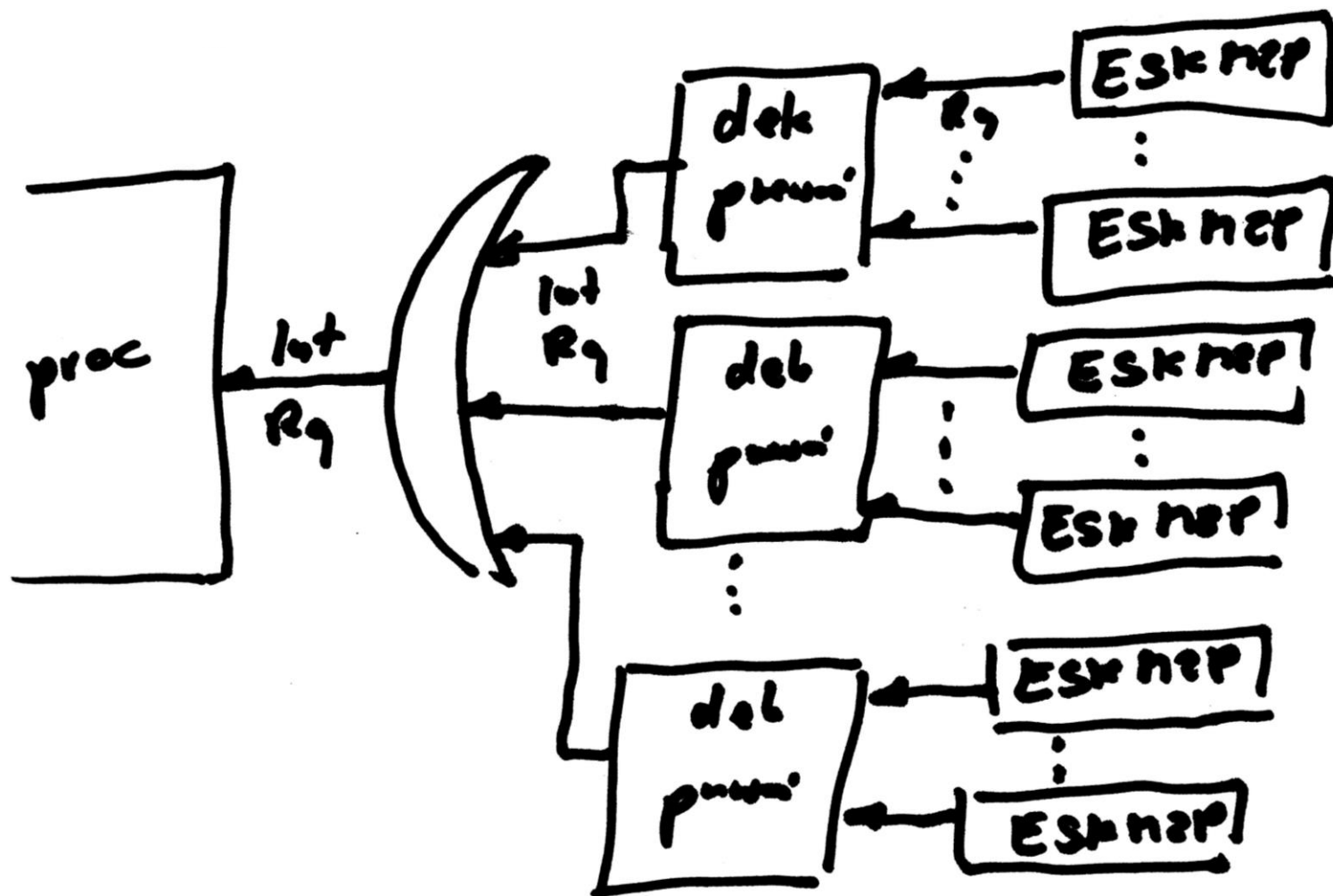
# Arbitraż równoległy



# Arbitraż szeregowy



# Arbitraż szeregowo-równoległy



# System przerwań (5)

- **skok do procedury obsługi**
  - wykonanie recepty
- **powrót z procedury**
  - odtworzenie zasobów
  - jeśli jest do czego wracać





# System przerwań 8051 (1)



**TCON – słowo sterujące układem czasowo-licznikowym i przerwaniemi zewnętrznymi**

adres bitu (hex): 8F 8E 8D 8C 8B 8A 89 88

adres (hex): 88 

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

 TCON

(MSB) (LSB)

**IE1 (TCON.3)** – znacznik zgłoszenia przerwania na  $\overline{\text{INT1}}$   
Ustawiany sprzętowo po wykryciu zgłoszenia przerwania zewnętrznego na wejściu  $\overline{\text{INT1}}$ ; zerowany przy przyjęciu przerwania.

**IT1 (TCON.2)** – bit sterujący zgłoszeniem przerwania na  $\overline{\text{INT1}}$   
Zmieniany programowo; określa sposób zgłaszania przerwania zewnętrznego na  $\overline{\text{INT1}}$ , tzn. poziomem niskim ( $\text{IT1} = 0$ ) lub opadającym zboczem ( $\text{IT1} = 1$ ) sygnału przerywającego.

**IE0 (TCON.1)** – znacznik zgłoszenia przerwania na  $\overline{\text{INT0}}$   
Ustawiany sprzętowo po wykryciu zgłoszenia przerwania zewnętrznego na wejściu  $\overline{\text{INT0}}$ ; zerowany przy przyjęciu przerwania.

**IT0 (TCON.0)** – bit sterujący zgłoszeniem przerwania  $\overline{\text{INT0}}$   
Zmieniany programowo; określa sposób zgłaszania przerwania zewnętrznego na  $\overline{\text{INT0}}$ , tzn. poziomem niskim ( $\text{IT0} = 0$ ) lub opadającym zboczem ( $\text{IT0} = 1$ ) sygnału przerywającego.

**TF0 (TCON.5)** – znacznik przepełnienia licznika T0  
Ustawiany sprzętowo sygnałem przepełnienia licznika T0; jest sygnałem zgłoszenia przerwania; zerowany przy przyjęciu przerwania.

**TF1 (TCON.7)** – znacznik przepełnienia licznika T1  
Ustawiany sprzętowo sygnałem przepełnienia licznika T1; jest sygnałem zgłoszenia przerwania; zerowany przy przyjęciu przerwania.



# System przerwań 8051 (2)



## SCON – słowo sterujące portem szeregowym

adres bitu (hex): 9F 9E 9D 9C 9B 9A 99 98

adres	(hex):	98	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	SCON
			(MSB)								(LSB)

**TI (SCON.1)** – znacznik wysłania znaku

Ustawiany sprzętowo po zakończeniu wysyłania znaku; zerowany tylko programowo; jest sygnałem zgłoszenia przerwania.

**RI (SCON.0)** – znacznik odebrania znaku

Ustawiany sprzętowo po odebraniu znaku; zerowany tylko programowo; jest sygnałem zgłoszenia przerwania.

# System przerwań 8051 (3)



## IE – maska przerwań

adres bitu (hex):      AF   AE   AD   AC   AB   AA   A9   A8

adres      (hex): A8   

EA	—	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

   IE

(MSB) (LSB)

### EA (IE.7) – bit maski systemu przerwań

EA = 0 – wszystkie przerwania zablokowane;

EA = 1 – odblokowane te przerwania, których bit maski jest jedyneką.

— (IE.6) – rezerwa

**ET2 (IE.5)** – bit maski przerwania z licznika-czasomierza T2

**ES (IE.4)** – bit maski przerwania z portu szeregowego

**ET1 (IE.3)** – bit maski przerwania z licznika-czasomierza T1

**EX1 (IE.2)** – bit maski przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT1}}$

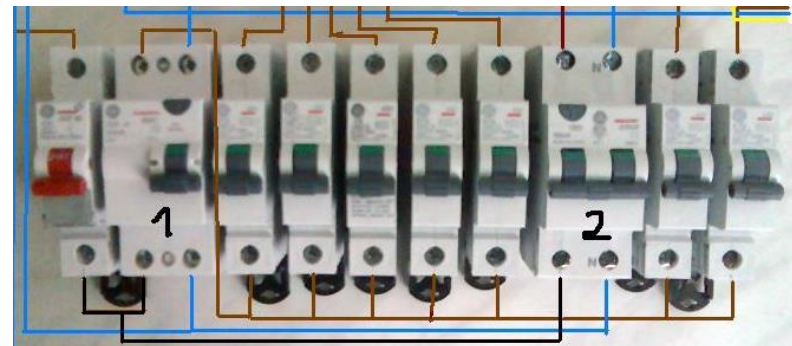
**ET0 (IE.1)** – bit maski przerwania z licznika-czasomierza T0

**EX0 (IE.0)** – bit maski przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT0}}$

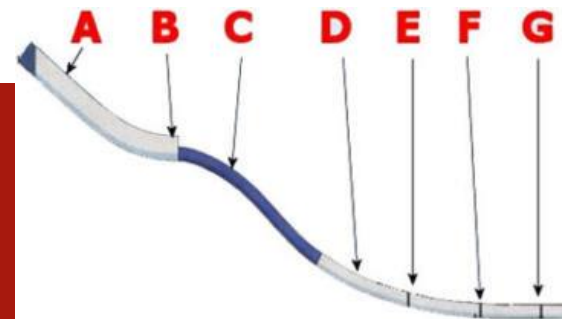
Dla bitów od IE.0 do IE.5:

IE.i = 0 – przerwanie zablokowane,

IE.i = 1 – przerwanie odblokowane.



# System przerwań 8051 (4)



- zapamiętanie stanu - stos, ale inny bank też
- stałe adresy procedur obsługi przerwań

0003H – dla przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT0}}$ ,  
000BH – dla przerwania z licznika-czasomierza T0,  
0013H – dla przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT1}}$ ,  
001BH – dla przerwania z licznika-czasomierza T1,  
0023H – dla przerwania z portu szeregowego,  
002BH – dla przerwania z licznika-czasomierza T2.

# System przerwań 8051 (5)

## IP – słowo sterujące priorytetem przerwań

adres bitu (hex): BF BE BD BC BB BA B9 B8

adres (hex): B8 

—	—	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
---	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

 IP  
(MSB) (LSB)

— (IP.7) – rezerwa

— (IP.6) – rezerwa

**PT2 (IP.5)** – bit priorytetu przerwania z licznika-czasomierza T2

**PS (IP.4)** – bit priorytetu przerwania z portu szeregowego

**PT1 (IP.3)** – bit priorytetu przerwania z licznika-czasomierza T1

**PX1 (IP.2)** – bit priorytetu przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT1}}$

**PT0 (IP.1)** – bit priorytetu przerwania z licznika-czasomierza T0

**PX0 (IP.0)** – bit priorytetu przerwania zewnętrznego  $\overline{\text{INT0}}$

Dla bitów od IP.0 do IP.5:

IP.i = 0 – przerwanie umieszczone na niższym poziomie priorytetu,

IP.i = 1 – przerwanie umieszczone na wyższym poziomie priorytetu.

**PRIORYTET  
PRIORITAIRE**



**Priorytety**

Z wiekiem się zmieniają





# System przerwań 8051 (6)

IE	IP	Przerwanie	Priorytet
IE.0 - EX0	IP.0 - PX1	zewnętrzne INTO	najwyższy
IE.1 - ET0	IP.1 - PT0	od licznika/czasomierza T0	
IE.2 - EX1	IP.2 - PX1	zewnętrzne INT1	
IE.3 - ET1	IP.3 - PT1	od licznika/czasomierza T1	
IE.4 - ES	IP.4 - PS	od portu szeregowego	
IE.5 - ET2	IP.5 - PT2	od licznika/czasomierza T2	najniższy
IE.6 - -	IP.6 - -	system przerwań	
IE.7 - EA	IP.7 - -		

# System przerwań 8051 (7)



- **wyjątki - przerwanie za chwilę**
  - wykonywany w danej chwili cykl maszynowy nie jest ostatnim w cyklu rozkazowym; przerwanie zostaje przyjęte po zakończeniu wykonywania bieżącego rozkazu;
  - w danej chwili jest wykonywany rozkaz RETI lub rozkaz działający na zawartości słów sterujących IE albo IP; przerwanie zostaje przyjęte dopiero po zakończeniu wykonywania następnego rozkazu (jeżeli nie jest to RETI lub rozkaz działający na IP albo IE);
  - w danej chwili jest wykonywany program obsługi przerwania z poziomu priorytetu wyższego lub równego temu, na którym jest umieszczone zgłoszone przerwanie; zostaje ono przyjęte dopiero po zakończeniu programu obsługi (wykonaniu rozkazu RETI).