

## Ordonnancement

### Exercice 1 :

On considère un système constitué de deux tâches périodiques indépendantes A et B, s'exécutant sur un seul processeur. Ces deux tâches sont définies par :

TA : ( $r_0=0$ ,  $C_a=2$ ,  $R_a=4$ ,  $T_a=4$ )

TB : ( $r_0=0$ ,  $C_b=5$ ,  $R_b=10$ ,  $T_b=10$ )

Ces deux tâches sont-elles ordonnancées par EDF?, par RM?

On utilisera le test de terminaison pour vérifier le respect des échéances pour RM.

Conclusions?

### Exercice 2 :

On considère un système constitué de trois tâches périodiques indépendantes :

Ta : ( $C_a=20$ ,  $R_a=100$ ,  $T_a=100$ )

Tb : ( $C_b=78$ ,  $R_b=150$ ,  $T_b=150$ )

Tc : ( $C_c=30$ ,  $R_c=145$ ,  $T_c=160$ )

- On applique l'ordonnancement RM pour les trois tâches A, B et C. Calculer à l'aide du test de terminaison l'instant auquel la tâche Tc termine sa première exécution. Respecte-t-elle son échéance ?
- On décide d'allouer les priorités aux tâches en fonction de leur échéance (analyse Deadline Monotonic). Utiliser le test suffisant de l'analyse RM pour prouver l'ordonnancabilité des tâches A et C. Pour ce faire, on considère que la tâche C a une capacité égale à  $C_c + (T_c - R_c)$ .
- On ajoute la tâche B, utiliser le test de terminaison pour trouver à quel instant se termine la première exécution de B (pour pouvoir utiliser le test, on considère C comme si elle ajoutait un facteur de blocage  $B_b$  à la tâche B, égal à sa durée d'exécution ( $C_c$ )).

*modifie l'échéance*

*modifie l'ordre de priorité*

### Exercice 3 :

Les mêmes tâches A, B et C partagent maintenant une même ressource protégée par un sémaphore d'exclusion mutuelle. On suppose que l'algorithme utilisé par le système pour donner le droit d'accès à la ressource est de type "plafond de priorité". Sachant que le temps passé par chaque tâche en section critique est de 10 unités de temps, indiquer pour chacune des tâches A, B et C quel est le temps de blocage maximal d'inversion de priorité.

Vérifier que les trois tâches sont toujours ordonnancées en tenant compte de ces nouveaux temps de blocage.

### Exercice 4:

Soit un système composé de deux tâches périodiques indépendantes :

T1 : ( $C_1=6$ ,  $R_1=T_1=12$ ) et T2 : ( $C_2=15$ ,  $R_2=T_2=30$ )

- Les tâches sont ordonnancées avec EDF, y a-t-il des échéances ratées?
- Même question avec RM. Que conclure?

**Projet SCEPTRE :**

**Exercice 1:**

Donner le pseudo-code réalisant le modèle Producteur-Consommateur à partir des fonctions et des objets élémentaires de SCEPTRE.

**Exercice 2:**

Donner le pseudo code réalisant les fonctions Prendre et Vendre des sémaphores à partir des Primitives et des Objets élémentaires de SCEPTRE.

**Ordonnement :**

**Exercice 1 :**

Soit un système sur lequel fonctionnent 5 processus cycliques indépendants ayant les caractéristiques suivantes :

- P1 : (C=10, r0=0, R=T=25)
- P2 : (C=8, r0=0, R=T=25)
- P3 : (C=5, r0=0, R=T=50)
- P4 : (C=4, r0=0, R=T=50)
- P5 : (C=2, r0=0, R=T=100)

Pour les politiques d'ordonnement suivantes, donner l'ordonnement obtenu sur une période de 100 unité de temps (PPCM des périodes).

Les échéances sont elles respectées?

- a. La politique d'ordonnement est de type FIFO.
- b. La politique d'ordonnement est de type FIFO avec priorité.  
Quelles priorités doit on donner à chaque processus pour que les contraintes de temps soient respectées.
- c. La politique d'ordonnement est de type "tourniquet simple" avec la durée du quantum égale à une unité de temps (on néglige le temps de commutation).
- d. La politique d'ordonnement est de type "tourniquet avec priorité"  
Quelle est la charge du système?  
Quelles pourraient être les capacités max des 5 processus et leur priorité respective (tout en respectant les échéances).

**Exercice 2 :**

Soient trois tâches A, B et C périodiques et indépendantes ayant les caractéristiques suivantes :

A (C=2, r0=0, R=T=6); B(C=2, r0=0, R=T=8); C(C=3, r0=0, R=T=12)

Donner l'ordonnement obtenu sur une période de 24 unités de temps (PPCM des périodes des 3 tâches) pour les politiques d'ordonnement R.M., E.D.F. et L.L.F.



Endemancement

Exercice 1:

C: capacité

N<sub>0</sub>: Nœud

R: deadline (ou D)

T: période

a) facteur d'utilisation: 
$$U = \sum_{i=1}^5 \frac{C_i}{T_i} = \frac{10}{25} + \frac{8}{25} + \frac{5}{50} + \frac{4}{50} + \frac{2}{100}$$

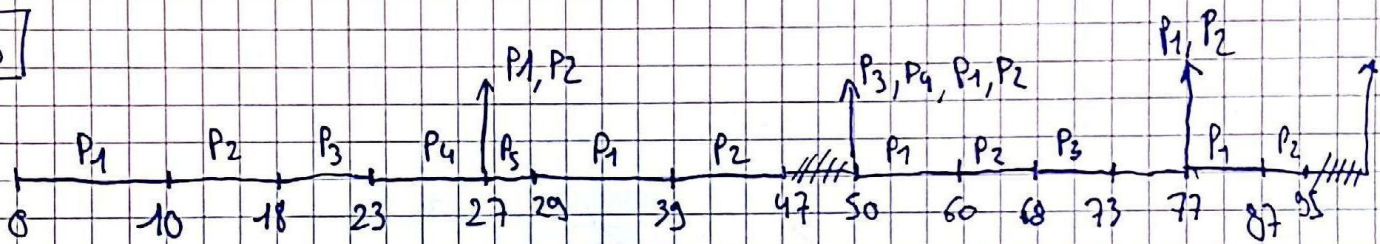
$$= \frac{40}{100} + \frac{32}{100} + \frac{10}{100} + \frac{8}{100} + \frac{2}{100}$$

$$= \frac{92}{100}$$

$$= 0,92 \text{ soit } 92\%$$

facteur de charge: 
$$U_p = \sum_{i=1}^5 \frac{C_i}{D_i} = U \text{ car } R=T$$

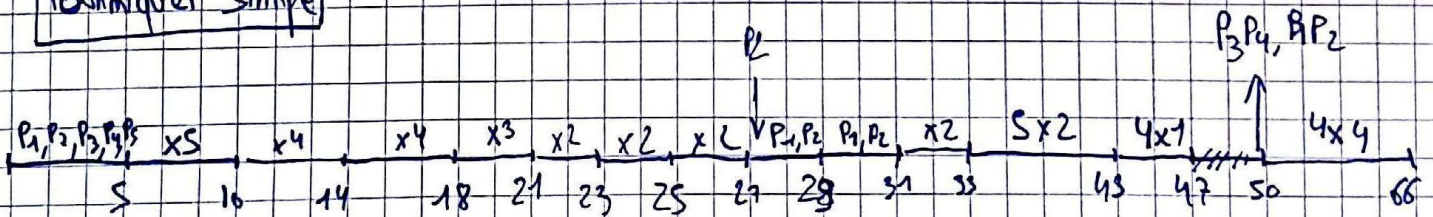
**FIFO**



**Fifo avec priorité**

- ① P1, P2
- ② P3, P4
- ③ P5

**Tourniquet simple**

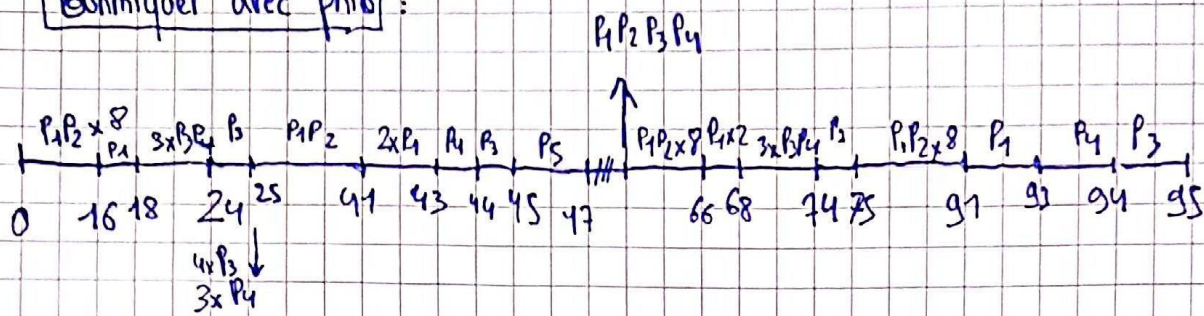


- P<sub>1</sub>: 0 → 32/3 → 47/50 → 79/99 → 95
- P<sub>2</sub>: 1 → 27/28 → 45/51 → 75/76 → 91
- P<sub>3</sub>: 2 → 21/52 → 69
- P<sub>4</sub>: 3 → 18/53 → 66
- P<sub>5</sub>: 4 → 10 → temps de réponse multiplié par 2

— fautes de temps



Leunmiquet avec prio/ :



P1: 0 → 18 / 25 → 43 / 50 → 68

P2: 1 → 16 / 26 → 41 / 51 → 66

P3: 18 → 45 / 68 → 95

P4: 19 → 44 / 69 → 94

P5: 45 → 47 /

Respect des contraintes de temps (échéances)

Caractéristiques de l'ordonnanceur RM :

- Prio →  $\frac{1}{T_i}$  (condition nécessaire)  $\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{T_i} \leq 1$

- Critère d'acceptabilité :  $\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{T_i} \leq m \cdot (2^{1/m} - 1)$   
 (condition suffisante)  $5 \cdot (2^{1/5} - 1)$   
 $0,92 \leq 0,74$

- Test d'acceptabilité :  $\underline{P1P2} : \sum_{i=1}^2 \frac{C_i}{T_i} \leq 2 \cdot (2^{1/2} - 1)$  } pas de soucis si on exécute P1P2  
 $0,92 \leq 0,82$

$\underline{P1P2P3} : \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{T_i} \leq 3 \cdot (2^{1/3} - 1)$   
 $0,82 \leq 0,77$  on doit effectuer le test de terminaison

- Test de terminaison :

$w(t=0) = C_3 = 5$

$w(t=5) = C_1 \cdot \left\lceil \frac{5}{T_1} \right\rceil + C_2 \cdot \left\lceil \frac{5}{T_2} \right\rceil + C_3 = 23$

$w(t=23) = 23$  Test vérifié car  $\leq D_3$

$w(t) = \sum_{j=1}^m C_j \cdot \left\lceil \frac{t}{T_j} \right\rceil + C_i$



P1P2P3P4:

$w(t=0) = C_4 = 4$  ↳ temps consommé par la tâche

$w(t=4) = C_1 \times \left[ \frac{4}{T_1} \right] + C_2 \left[ \frac{4}{T_2} \right] + C_3 \left[ \frac{4}{T_3} \right] + C_4 = 27$

$w(t=27) = 2C_1 + 2C_2 + C_3 + C_4 = 45$

$w(t=45) = \frac{45}{25} = 45 \leq 50$   $P_4$  respect sa contrainte de temps

P1P2P3P4P5:

$w(t=0) = C_5 = 2$

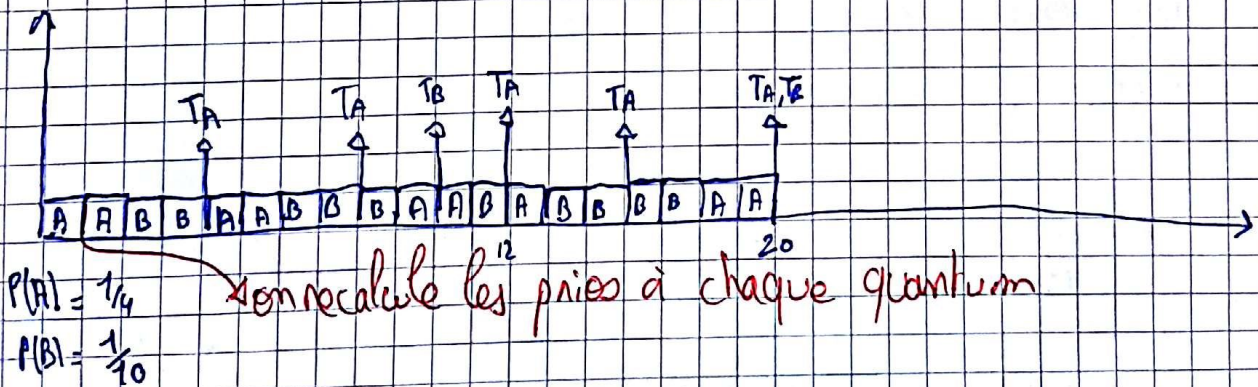
$w(t=2) = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 29$

$w(t=29) = 2C_1 + 2C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 47$

$w(t=47) = 47 < 55$

Exercice 1:

**EDF:**  $\sum \frac{C_i}{T_i} \leq 1$        $\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} = 1$        $\text{prio}_{EDF}(T_i) = \frac{1}{D_i(t)}$



**RM**  $i=A$   $\frac{C_A}{T_A} \leq 1 \leftarrow (1. (2^{11} - 1))$

$i=A, B$   $w(t=0) = C_B = 5$

$w(t=5) = C_A \cdot \left[ \frac{5}{T_A} \right] + C_B = 2(C_A + C_B) = 9$

$w(t=9) = C_A \cdot \left[ \frac{9}{T_A} \right] + C_B = 3(C_A + C_B) = 11$

$w(t=11) = 11 \Rightarrow AB$



## Exercice 2:

$$a) T_A T_B T_C: \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{T_i} \leq 3(2^{1/3} - 1)$$

$$\frac{20}{100} + \frac{78}{150} + \frac{30}{160} \leq 0,77$$

$$U = 0,907 \leq 0,77$$

$$\text{facteur de charge } U_p = \sum \frac{C_i}{D_i} = 0,92$$

### TEST de TERMINAISON:

$$T_A: w(t=0) = C_A = 20 = \sum_{j=1}^1 C_j \times \left\lceil \frac{t}{T_j} \right\rceil + C_i = 78$$

↑  
arrondi supérieur

$$w(t=20) = C_A = 20 \leq D_A$$

$$T_A T_B: w(t=0) = C_B = 78$$
$$w(t=78) = C_A + C_B = 98$$
$$w(t=98) = C_A + C_B = 98 \leq D_B$$

$$T_A T_B T_C: w(t=0) = C_C = 30$$
$$w(t=30) = C_A + C_B + C_C = 128$$
$$w(t=128) = 2C_A + C_B + C_C = 148$$
$$w(t=148) = 148 \leq D_C$$

$$b) T_A T_C: \sum \frac{C_i}{T_i} = \frac{20}{100} + \frac{30+15}{160} = 0,48 \leq 2(2^{1/2} - 1) \approx 0,83$$

c) Tâche en zone critique: toutes les tâches plus prioritaires s'exécutent avant elle  
 $T_A T_B T_C$   $B_B = C_C$   $A, C$  prio que  $B$

$$T_A T_C T_B: w(t=0) = C_B + B_B = 108$$
$$w(t=108) = 2C_A + C_B + B_B = 148$$
$$w(t=148) = 148 \leq R_B$$

Bien que B bloquée par C, elle respecte sa contrainte de temps



SETR - TD n°2

Exercice 3:

$B_A = 10$  car une seule tâche en section critique

$B_B = 0$  car B est la tâche la moins prioritaire

$B_C = 10$  B moins prioritaire ne peut rester que 10 unités de temps en section critique

$$\sum \frac{C_A + B_A}{T_A} \leq 1 \quad \sum \frac{C_A}{T_A} + \frac{C_C + B_C}{T_C} \leq 0,83 \quad (E_C = 160 - 145)$$