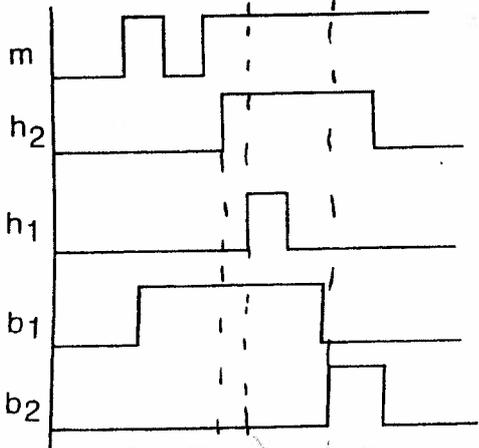
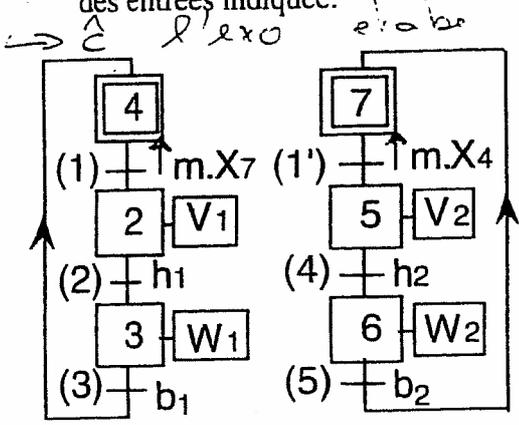


Exercice corrigé d'Informatique du temps réel  
Date : 25 janvier 1999

1) Donner les situations successives de l'exemple ci-dessous étant donné la séquence des entrées indiquée.



*Créer p 90 par la méthode de ...*

2) Pourquoi dans la figure 9.19 qui donne le code de l'émulateur de terminal réalisé en programmation par état, les instructions ci-dessous sont-elles groupées et non pas mise dans les "CASE" respectifs ?

```

EtapeClavier := ProchEtapeClavier;
EtapeReception := ProchEtapeReception;
EtapeBranchePrincipale := ProchEtapeBranchePrincipale;
    
```

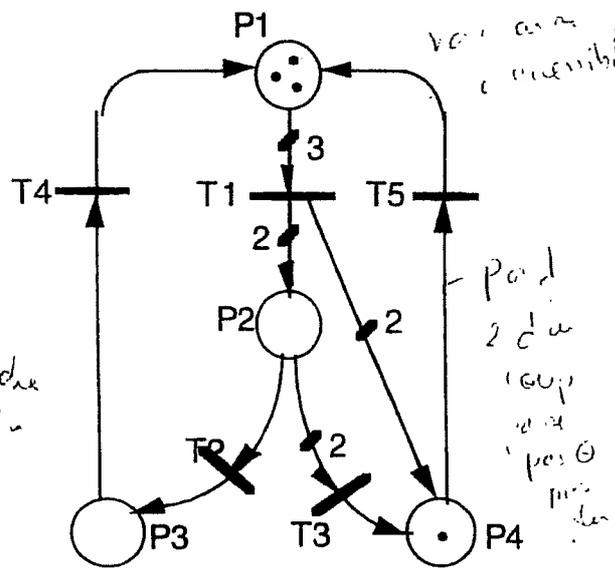
3) Peut-on démontrer que le jeu de tâches périodiques du tableau ci-dessous est ordonnançable par l'algorithme EDF et, si oui, comment ?

tâche	T	D	C
A	10	8	5
B	15	10	3
C	5	4	1

*pk 40 pages*

4) Donner l'ordonnancement selon EDF du jeu de tâche de la question 3.

5) Le réseau de Petri ci-dessous est-il borné ? (justifier la réponse)



6) Quelle est la différence entre une tâche sporadique et une tâche aperiodique ?

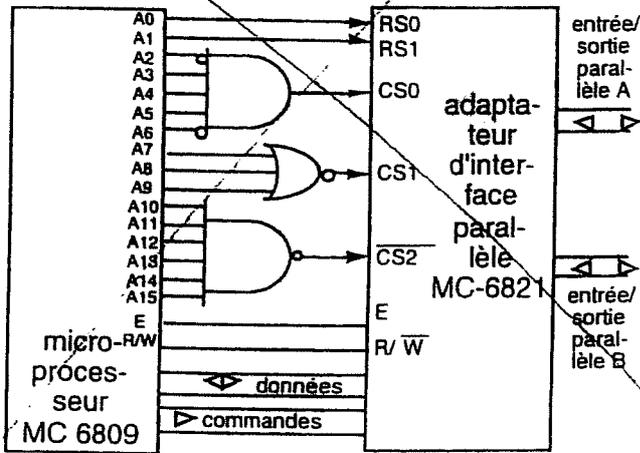
7) Expliquer et justifier l'équation 9.2 du chapitre 9.

8) Pour le jeu de tâches périodiques du tableau ci-dessous, trouver un algorithme d'ordonnancement adéquat et déterminer le temps de réponse maximal de chaque tâche.

tâche	T	D	C
A	4	3	1
B	8	8	2
C	12	6	4

9) Lorsqu'un ensemble de tâches sont liées par des contraintes de précédence et que toutes ce tâches sont prêtes au même moment, pourquoi le résultat est-il le même que l'on considère que les tâches sont réquisitionnables ou pas ?

10) La figure ci-dessous représente la connexion d'un adaptateur d'interface parallèle (MC6821) à un processeur (MC6809). A quelles adresses (hexadécimal), les différents registres du MC6821 sont-ils accessibles ?



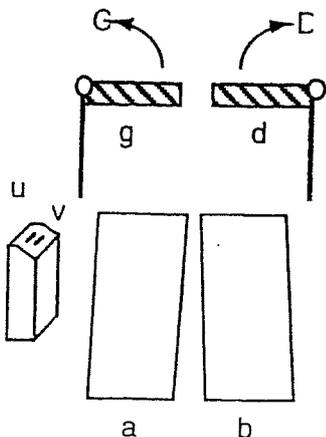
11) La barrière de sortie d'un parking payant est constitué de 2 parties. La partie gauche peut se lever seule pour laisser sortir les 2 roues. Pour la sortie d'un 4 roues, les deux parties se lèvent. Sur la gauche, on trouve une borne de péage avec 2 fentes les pièces de 1 et 2 francs. Au sol, 2 plaques permettent la détection des véhicules.

Pour obtenir l'ouverture de la partie gauche, il faut un véhicule sur la plaque A seulement et mettre un pièce de 1 franc. La barrière se referme automatique quand il n'y plus de véhicule sur la plaque A.

Pour obtenir, l'ouverture des deux barrières, il faut un véhicule sur les 2 plaques et insérer une pièce de 2 francs. La barrière se ferme dès qu'il n'y plus de véhicule sur les plaques.

On admet qu'un véhicule à 4 roues qui appuie d'abord sur la plaque A doit appuyer sur la plaque B dans un délai n'excédant pas 1s.

Décrire le système de commande de cette barrière à l'aide d'un GRAFCET

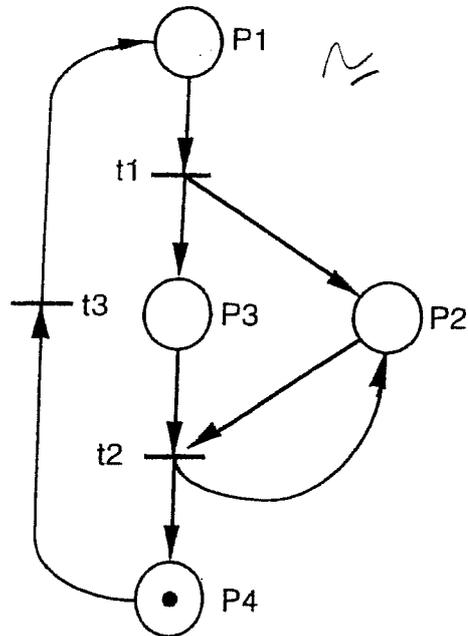


- a=1: véhicule sur plaque A
- b=1: véhicule sur plaque B
- g=1: barrière gauche fermée
- d=1: barrière droite fermée
- u=1: passage d'une pièce de 1.-
- v=1: passage d'une pièce de 2.-
  
- D=1: ouverture barrière droite
- G=1: ouverture barrière gauche

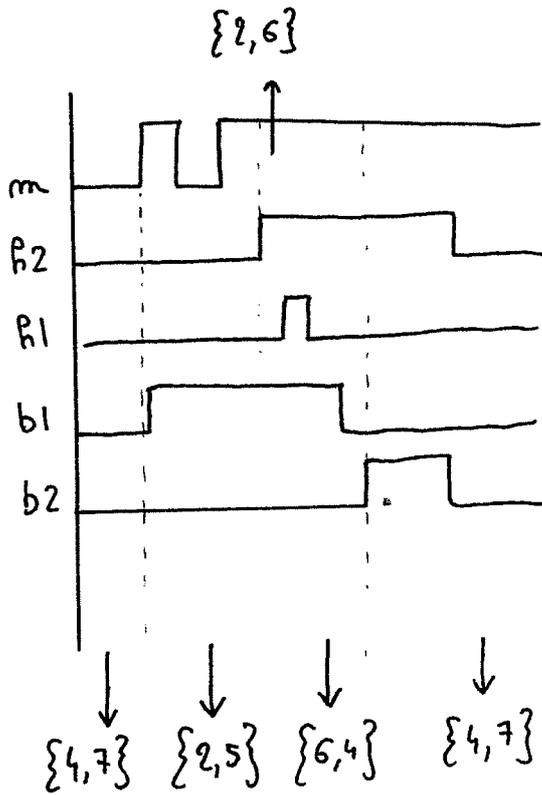
- 12) Quelle(s) propriété(s) d'un RDP peut-on vérifier à l'aide de l'invariant de place ? *→ cf Lewis*
- 13) Citer deux avantages du serveur sporadique sur la scrutation pour le traitement des tâches sporadiques. *→ 452p 21*
- 14) Peut-on implanter le jeu de tâches ci-dessous sous forme de coroutines et, si oui, quelle est la séquence résultante ?

tâche	T	D	C
A	4	3	1
B	8	8	3
C	12	6	3

- 15) En supposant que les tâches ci-dessus (question 14) soient utilisées pour scruter des événements, peut-on les implanter sous forme d'une boucle de scrutation ? (Justifier la réponse) *→ ppem*
- 16) Calculer l'invariant linéaire de place pour le Réseau de Petri donné ci-dessous. Que pouvez vous en conclure en ce qui concerne ses propriétés? *voir*



# Exercice 1 1999



## Exercice 2

C'est à cause de la simultanéité. En effet, les groupes hors des cases permettent que toutes les transitions franchissables à un instant soient franchies simultanément.

## Exercice 3

Indommangeable EDF ?

$T_i \neq D_i \rightarrow$  on doit remplir les 2 conditions

tâche	T	D	C
A	10	8	5
B	15	10	3
C	5	4	1

2 conditions à remplir:

$$\sum_i \frac{C_i}{T_i} \leq 1: \quad \frac{5}{10} + \frac{3}{15} + \frac{1}{5} = \frac{15+6+6}{30} = \frac{27}{30} = \frac{9}{10} = 0,9 \leq 1 \rightarrow \text{condition ok}$$

$$d \geq \sum_{D_i \leq d} \left(1 + \left\lfloor \frac{L - D_i}{T_i} \right\rfloor\right) C_i \quad \text{pour } 0 < d \leq L$$

Calcul de  $L$ :

$$L^0 = \sum_i C_i = 5 + 3 + 1 = 9$$

$$L^1 = \sum_i \left\lceil \frac{L^0}{T_i} \right\rceil C_i = \left\lceil \frac{9}{10} \right\rceil 5 + \left\lceil \frac{9}{15} \right\rceil 3 + \left\lceil \frac{9}{5} \right\rceil 1 = 5 + 3 + 2 = 10$$

$$L^2 = 5 + 3 + 2 = 10 \quad \Rightarrow L = 10$$

$$d_i = k T_i + D_i$$

$$d_A = k \cdot 10 + 8 \leq 10 \Rightarrow d_A = \cancel{10} 8$$

$$d_B = k \cdot 15 + 10 \Rightarrow \text{aucun satisfait}$$

$$d_C = k \cdot 5 + 4 \leq 10 \Rightarrow d_C = 4, 9$$

$$d_A = \cancel{10} 8: \sum_{D_i \leq \cancel{10} 8} \left(1 + \left\lfloor \frac{\cancel{10} 8 - D_i}{T_i} \right\rfloor\right) C_i = \left[5 \left(1 + \left\lfloor \frac{\cancel{10} 8 - 8}{10} \right\rfloor\right)\right] + \left[3 \left(1 + \left\lfloor \frac{\cancel{10} 8 - 10}{15} \right\rfloor\right)\right] + \left[1 \left(1 + \left\lfloor \frac{\cancel{10} 8 - 4}{5} \right\rfloor\right)\right]$$

$$= 5 + \cancel{3} + \cancel{1}$$

$$= \cancel{9}$$

$$\leq 10 \Rightarrow \text{ok}$$

$$d_C = 9: \sum_{D_i \leq 9} \left(1 + \left\lfloor \frac{9 - D_i}{T_i} \right\rfloor\right) C_i = \left[5 \left(1 + \left\lfloor \frac{9 - 8}{10} \right\rfloor\right)\right] + \left[1 \left(1 + \left\lfloor \frac{9 - 4}{5} \right\rfloor\right)\right]$$

$$= 5 + 2$$

$$= 7$$

$$\leq 9 \Rightarrow \text{ok}$$

$$d_C = 4: \sum_{D_i \leq 4} \left(1 + \left\lfloor \frac{4 - D_i}{T_i} \right\rfloor\right) C_i = 1 \left(1 + \left\lfloor \frac{4 - 4}{5} \right\rfloor\right)$$

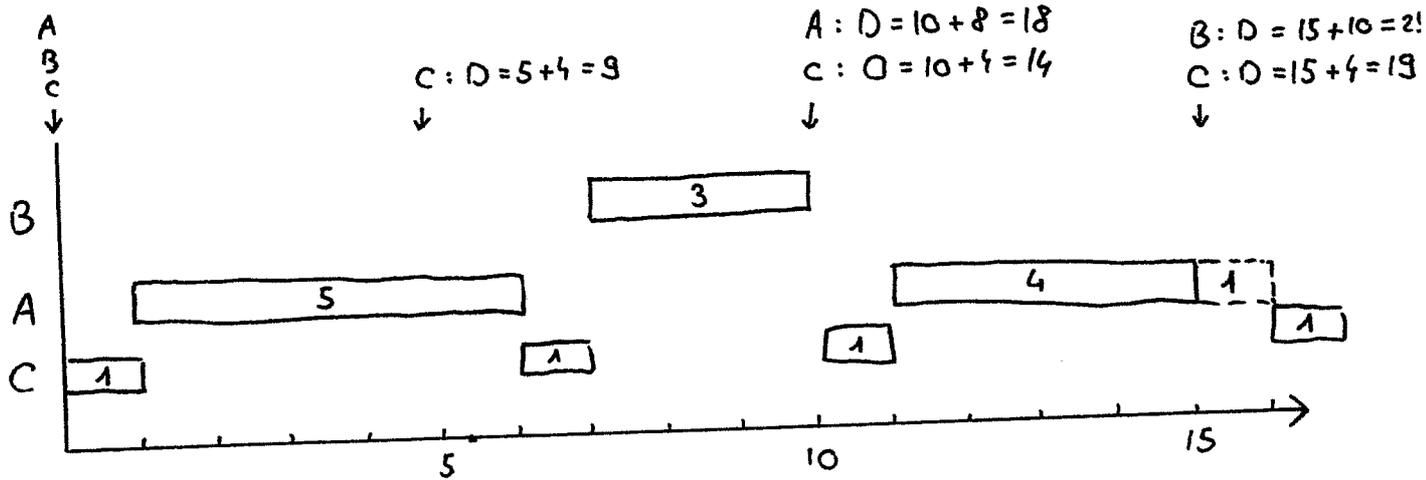
$$= 1$$

$$\leq 4 \Rightarrow \text{ok}$$

$\Rightarrow$  ordonnable EDF

### Exercice 4

Ordonnancement du jeu tâche question 3



EDF = earliest deadline first

En 15,  $D_A < D_C$

### Exercice 5

Réseau de Pétri borné ?

	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
$t_1$	1	0	0	0
$t_2$	0	1	0	0
$t_3$	0	1	0	0
$t_4$	0	0	1	0
$t_5$	0	0	0	1

$$O = \begin{matrix} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} & \begin{matrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ t_5 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$[I - O] \bar{X} = \begin{matrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{matrix} = 0$$

$$[O - I] \begin{matrix} -3 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{matrix} \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{matrix}$$

- $P_1 - P_2 = 0 \rightarrow P_1 = P_2$
- $P_2 - P_3 = 0 \rightarrow P_2 = P_3$
- $P_2 - P_4 = 0 \rightarrow P_2 = P_4$
- $P_1 + P_3 = 0 \rightarrow P_1 = P_3$
- $-P_1 + P_4 = 0 \rightarrow P_1 = P_4$

$P_1 = P_5$      $2P_3 = P_5$      $P_5 = P_1$   
 $P_1 = P_4$      $3P_1 = P_2 + 2P_5$

$\Rightarrow P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$  Si on prend  $P_i \neq 0$

alors réseau conservatif et borné

## Exercice 6

Chap. 1 p. 3

Différence entre tâche sporadique et aperiodique :

Les 2 sont exécutées en réponse à l'occurrence d'un événement

La différence vient du fait qu'avec une tâche sporadique on connaît l'intervalle minimal entre 2 occurrences successives du même événement alors qu'avec une tâche aperiodique on ne le connaît pas

## Exercice 7

Expliquer et justifier  $\sum_1^N C_i + C_1 \leq 2T_1$

1 est le premier événement traité dans la boucle  $\rightarrow T_1 = \min(T_i)$

$$T_i \geq 2T_1, i > 1$$

$$\sum_i C_i \leq \min(T_j) = T_1$$

## Exercice 8

tâche	T	D	C
A	4	3	1
B	8	8	2
C	12	6	4

Trouver algo. d'ordonnement  
et tps de réponse maximum

$D_i \leq T_i \rightarrow$  Deadline Monotonic (DM) avec priorité selon  $D_i$

$\Rightarrow A \ C \ B$

~~C~~:  ~~$R_C^0 = C_C = 1$~~

A:  $R_A^0 = C_A = 1 \Rightarrow R_A = 1$

C:  $R_C^0 = C_C = 4 \quad R_C^1 = 4 + \lceil \frac{4}{4} \rceil 1 = 5 \quad R_C^2 = 4 + \lceil \frac{5}{4} \rceil 1 = 6$   
 $\Rightarrow R_C = 6$

B:  $R_B^0 = C_B = 2 \quad R_B^1 = 2 + \lceil \frac{2}{4} \rceil 1 + \lceil \frac{2}{12} \rceil 4 = 7 \quad R_B^2 = 2 + \lceil \frac{7}{4} \rceil 1 + \lceil \frac{7}{12} \rceil 4 = 8$

$R_B^3 = 2 + \lceil \frac{8}{4} \rceil 1 + \lceil \frac{8}{12} \rceil 4 = 8 \Rightarrow R_B = 8$

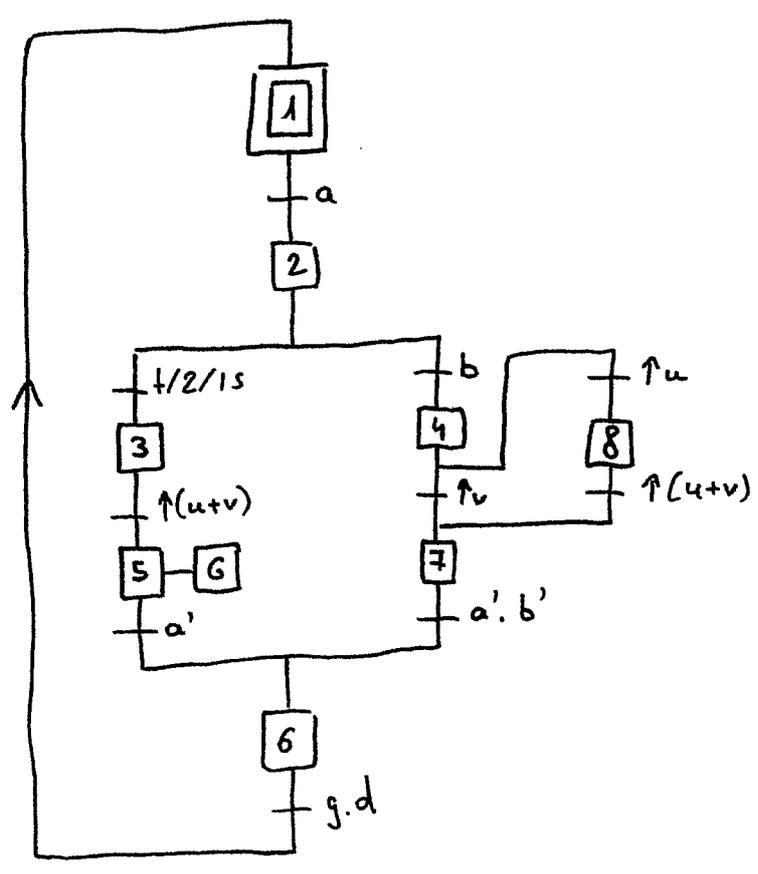
Dim a. done  $\pi_A = 1 \leq \omega_A = 3$   
 $R_B = 8 \leq D_B = 8$   
 $R_C = 6 \leq D_C = 6$  }  $R_i \leq D_i \Rightarrow$  ordonnable DH selon Joseph et Pandya

exercice 9

exercice 10

X

exercice 11



## Exercice 12

Quelles propriétés peut-on vérifier à l'aide de l'invariant de place ?

Déterminer si le Rdp est conservatif / borné / une sous-partie est conservative

## Exercice 13

2 avantages du serveur sporadique sur la scutiation pour le traitement des tâches sporadiques.

## Exercice 14 + 15

Implémentable coroutines ? Si oui, séquence résultante

tâche	T	D	C	Implémentable boucle de scutiation
A	4	3	1	}
B	8	8	3	
C	12	6	3	

$$\left. \begin{array}{l} m \leq D_i \rightarrow m \leq 3 \\ m \geq C_i \rightarrow m \geq 3 \end{array} \right\} \Rightarrow m = 3$$

$$M = \rho m \text{ avec } M = \text{PPCM}(T_i) = \text{PPCM}(4, 8, 12) = 24$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{M}{m} = \frac{24}{3} = 8$$

$$\text{Nb exéc. tâches } \sum_i \frac{M}{T_i} = \frac{24}{4} + \frac{24}{8} + \frac{24}{12} = 6 + 3 + 2 = 11$$

$\Rightarrow \rho < \text{nb exéc. tâches} \Rightarrow \text{impossible}$

$\Rightarrow \text{pas implémentable boucle de scutiation}$

$t_i \geq \theta_i \rightarrow DM \rightarrow$  on ordonnance selon les  $t_i$

$P(A) > P(C) > P(B)$

$g_1 = \{A, C\} \quad g_2 = B \quad 1^\circ$   
 $g_1 = A \quad g_2 = \{C, B\} \quad 2^\circ$

$W_A(t) = W_C(t) = C_A + C_C = 1 + 3 = 4$

$\min_{0 < t \leq 3} \frac{4}{t} > 1 \rightarrow STOP$

$W_A(t) = C_A = 1$

$\min_{0 < t \leq 3} \frac{1}{t} = \frac{1}{3} \leq 1 \rightarrow ok$

$W_B = W_C = C_B + C_C + \cancel{C_A} + C_A \lceil \frac{t}{T_A} \rceil = 3 + 3 + 1 \lceil \frac{t}{4} \rceil = 6 + \lceil \frac{t}{4} \rceil$

$\min_{0 < t \leq 8} \frac{W_B}{t} = \frac{1}{t} (6 + \lceil \frac{t}{4} \rceil) = \frac{1}{8} (6 + \lceil \frac{8}{4} \rceil) = 1 \leq 1 \rightarrow ok$

$\min_{0 < t \leq 6} \frac{W_C}{t} = \frac{1}{t} (6 + \lceil \frac{t}{4} \rceil) = \dots > 1 \rightarrow STOP$  Pas implémentable par continues

15

Exercice 16

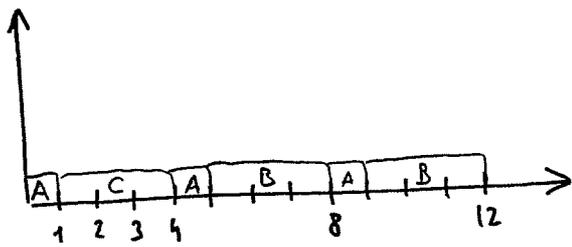
$I = \begin{array}{c|cccc} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 \\ \hline t_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ t_2 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ t_3 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \quad O = \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{array}$

$|I - O| = \begin{vmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{array} = 0$   
 $\hookrightarrow O - I$  mais ça change rien

$\rightarrow \begin{cases} P_1 - P_2 - P_3 = 0 \\ P_3 - P_4 = 0 \\ -P_1 + P_4 = 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} P_3 = P_4 \\ P_1 = P_4 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} P_1 - P_2 - P_4 = 0 \rightarrow P_2 = 0 \\ P_1 = P_3 = P_4 \\ = 1 \end{array} \right\} \rightarrow$  sous partie conservative  $P_1, P_3, P_4$   
 $\rightarrow$  invariant = 1

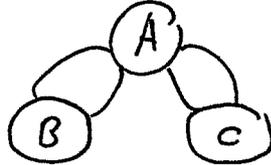
# exercice 17

Conoutimes ?



DM

=> A C A B A B



On crée une routine principale d/s qui effectue des TRANSFERT  
sur des conoutimes ~~A~~A A,B,C selon A C A B A B