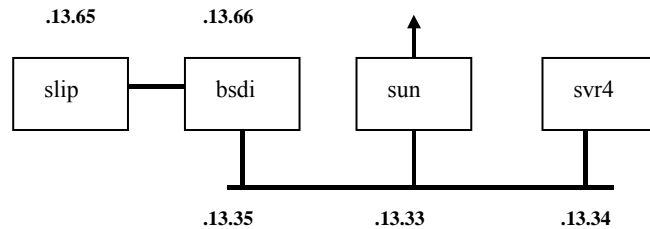


TD7 Routage

I Routage Statique

On considère le réseau de classe B d'adresse IP=140.252.0.0. Ce réseau local est composé d'un ensemble de sous-réseaux dont un réseau local ethernet d'adresse IP=140.252.13.32 et un réseau point à point d'adresse IP=140.252.13.64.



On affiche la table de routage sur la machine svr4:

```
svr4% netstat -rn
```

Routing tables

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Interface
140.252.13.64	140.252.13.35	255.255.255.224	UG	emd0
127.0.0.1	*	0.0.0.0	UH	lo0
default	140.252.13.33	0.0.0.0	UG	emd0
140.252.13.32	*	255.255.255.224	U	emd0

On rappelle la signification des flags,

U: la route est active (Up)

G: la route passe par un routeur (Gateway)

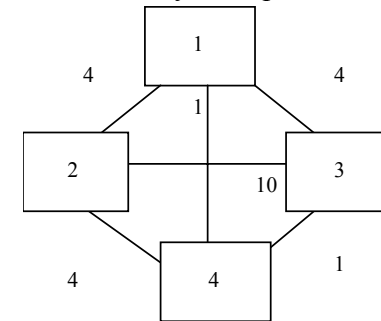
H: l'adresse destination est une adresse de machine

1. Donnez la signification de chacune des lignes de la table de routage.
2. Donnez les principes de l'algorithme de routage appliqué par IP.

3. Un paquet IP est émis de *svr4* vers *bsdi*. On note @E(@IP) l'adresse ethernet correspondant à une adresse internet @IP. Représentez en utilisant cette notation la trame envoyée par *svr4* vers *bsdi* en faisant apparaître les champs qui contiennent les adresses destination pour le niveau liaison et réseau. Expliquez le traitement effectué par le niveau réseau de la machine *svr4* pour résoudre l'acheminement de ce paquet. Représentez de même la transmission d'un paquet de *svr4* vers *slip*.

II Routage Dynamique

Un algorithme permettant de calculer les routes de façon dynamique et répartie est le routage par vecteur distance (la distance est un coût) appelé *Distance Vector Routing*. Cet algorithme réparti est utilisé par l'un des protocoles permettant de calculer dynamiquement des routes sur



l'Internet. Le graphe ci-dessous représente un réseau de routeurs avec les coûts de communication.

1 Calcul du routage centralisé

Pour calculer le routage optimal on utilise l'algorithme centralisé suivant:

```
DECLARATION CONSTANTES
```

```
N: entier; % Nombre de routeur
```

```
Type Nom_de_nœud: entier dans (1..N); % nom des nœuds de commutation
```

```
% coût de transmission C(i,i)=0 et C(i,j)=+∞ si pas de liaison, sinon coût de l'arc
```

```
C: tableau (N,N) de réels;
```

```
DECLARATION VARIABLES
```

```

% A la fin de l'algorithme V(i,j) est égal au coût minimal du chemin de i vers j
V: tableau(N,N) de réels;
% A la fin de l'algorithme P(i,j) est le successeur de i dans le chemin optimal de i à j
P: tableau(N,N) de Nom_de_nœud;
Iter: entier; % numéro d'itération
i,j,k,r: Nom_de_nœud;
coût: réel;
CORPS DE PROGRAMME
% Initialisation
Pour i=1 à N
    Pour j=1 à N { V(i,j):=C(i,j) ; P(i,j):=j
Pour Iter=1 à N-2 : % Itérer pour chaque longueur de chemin N-2 fois
    Pour i=1 à N: % Pour chaque routeur origine d'un chemin
        Pour j=1 à N: % Pour chaque routeur extrémité d'un chemin
            coût:=+∞;
            Pour k=1 à N:
                Si C(i,k)≠+∞ et (C(i,k)+V(k,j)<coût) alors
                    coût:= C(i,k)+V(k,j); r :=k ;
                Si V(i,j)>coût alors
                    V(i,j) :=coût ; P(i,j) :=r ;

```

A

- 1.1 Calculer le routage optimal du réseau précédent.
- 1.2 Déterminer, en utilisant la matrice P, l'arbre de routage (sink tree) et la table de routage du routeur 1.

2. Algorithme réparti adaptatif

Le principe du distance vecteur est dérivé du précédent. Dans cet algorithme, le routeur i calcule uniquement la ième ligne des matrices V et P (soit le coût de transmission de i vers tous les autres routeurs et l'adjacent préféré de i vers tous les routeurs du réseau. Pour cela, il envoie périodiquement à ses voisins V(i,.) et reçoit de chacun d'eux la colonne de V correspondante. L'algorithme s'adapte aux variations de coût mesurées à chaque itération.

Principe algo Vecteur Distance:

```

Cycle
    Attendre T secondes;
    Pour tout voisins k de i:
        Envoyer V(i,.);

```

```

Recevoir V(k,.);
Mesurer C(i,k);
% Les données sont prêtes pour une itération
Appliquer la partie A de l'algorithme précédant
pour trouver V(i,.) et P(i,.);
Déterminer la nouvelle table de routage de i;

```

On suppose qu'à t=0 tous les routeurs i ont les valeurs V(i,.) et P(i,.) correspondant au dessin. La liaison (3,4) tombe en panne. Chaque nœud commence une étape du cycle.

- 2.1 Pour réaliser la phase A le nœud i calcule à la nième étape, une matrice S_i^n . $S_i^n(k,j)$ est l'évaluation par i du coût pour aller à j en passant par k. Quelle relation lie $S_i^n(k,j)$, $V_i^{n-1}(k,j)$ et $C^n(i,k)$ (valeur du chemin optimal vers j calculée par k au cycle précédant et coût mesuré par i au cycle courant)? En déduire la relation liant S_i^n et $V^n(i,.)$.

C(1,.)	C(2,.)	C(3,.)	C(4,.)	V			
0	4	4	1	0	4	2	1
4	0	10	4	4	0	5	4
4	10	0	∞	2	5	0	1
1	4	∞	0	1	4	1	0

n-1

		C(1,.)				S_1			
n	0	X	X	X	X				
	4	X							
	4	X							
	1	X							
		V(1,.)							
		P(1,.)							

- 2.2 Calculer pour l'itération n V(1,.), P(1,.) et S_1^n .

2.3 Sachant que pour l'itération n les valeurs de $V(i,.)$, $P(i,.)$ sont les suivantes, indiquez ce qu'il se passe pour les paquets allant de 1 vers 3 ?

$$\begin{array}{l|cccc} \mathbf{V(2.)} & 4 & 0 & 5 & 4 \\ \mathbf{P(2.)} & 1 & X & 4 & 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|cccc} \mathbf{V(3.)} & 4 & \mathbf{8} & 0 & \mathbf{5} \\ \mathbf{P(3.)} & 2 & \mathbf{1} & X & \mathbf{1} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|cccc} \mathbf{V(4.)} & 1 & 4 & 3 & 0 \\ \mathbf{P(4.)} & 1 & 2 & 1 & X \end{array}$$

2.4 A l'itération suivante, les valeurs de V_{n+1} et P_{n+1} sont les suivantes. Commentez

V_{n+1}	1	2	3	4
1	0	4	4	1
2	4	0	7	4
3	4	8	0	5
4	1	4	5	0
P_{n+1}	1	2	3	4
1	X	2	3	4
2	1	X	4	4
3	2	1	X	1
4	1	2	1	X

2.5 Finalement, à l'itération d'après, les valeurs sont les suivantes.

V_{n+2}	1	2	3	4
1	0	4	4	1
2	4	0	8	4
3	4	8	0	5
4	1	4	5	0
P_{n+2}	1	2	3	4
1	X	2	3	4
2	1	X	1	4
3	2	1	X	1
4	1	2	1	X