



Durée : 2h — Documents autorisés (sauf sur support électronique)

■■■■ Transmission physique de l'information – 4 points

Pour cette partie, si vous ne disposez pas d'une calculatrice vous permettant de réaliser les opérations de calcul, indiquez les équations que vous utiliseriez pour trouver le résultat.

1 – On dispose d'un support de transmission définie par les caractéristiques suivantes :

- 4pts ▷ bande passante définie par la fréquence minimale de 400kHz à la fréquence maximale de 1,2Mhz ;
▷ un rapport signal/bruit de 30dB ;

Questions :

- a. Quel est le débit maximal de ce support de transmission ?
b. Comment le rendre « full duplex » ?
c. On va utiliser le protocole Ethernet sur ce support.

Calculez le « débit utilisateur » pour le protocole TCP, par rapport au débit de la ligne de transmission en mode full duplex.

On considérera que la taille du paquet IP est limitée à 576 octets et qu'il n'y a pas de perte de paquets.

■■■■ Programmation Python avec Scapy – 6 points

2 – Une société vous contacte pour mettre au point un service de « tolérance de panne » en intégrant dans son réseau de la redondance de service avec deux routeurs.

Le but est de permettre de manière transparente de basculer en cas de panne du routeur principal, au routeur de sauvegarde sans avoir à reconfigurer les postes connectés au réseau, c-à-d en leur permettant de continuer à utiliser la même adresse IP pour la passerelle.

Le service, à implémenter par vos soins, va s'inspirer du protocole VRRP, « Virtual Router Redundancy Protocol », RFC 5798 :

- i. périodiquement le routeur de sauvegarde va tester la présence du routeur principal (toutes les 3 secondes) :
- ◇ une requête ARP est envoyée à destination du routeur principal ;
 - ◇ une réponse ARP est attendue de la part du routeur principal ;
- ii. si le routeur principal ne réponds plus alors le routeur de sauvegarde va prendre sa place :
- ◇ à chaque requête ARP interceptée à destination du routeur principal il va répondre par une réponse ARP indiquant sa propre adresse MAC à la place de celle du routeur principal.

Ci-dessous les informations nécessaires à l'implémentation du service :

- ▷ le réseau de l'entreprise est configuré en 164.81.10.0/24 ;
▷ deux routeurs sont installés :
- ◇ le routeur principal qui est utilisé par toutes les machines du réseau :
 - ★ adresse MAC : 00-D0-F1-01-B2-A5 ;
 - ★ adresse IP : 164.81.10.254 ;
 - ◇ le routeur de sauvegarde, qui ne sera utilisé qu'en cas de panne du principal :
 - ★ adresse MAC : 00-09-BF-C0-B4-F8 ;
 - ★ adresse IP : 164.81.10.253 ;

Questions :

- a. Est-ce que le service va fonctionner si le réseau de l'entreprise est implémenté sous forme de « hub » ou de « switch » ? Où doit être installé votre programme pour fonctionner correctement ?
Vous expliquerez pourquoi en détaillant le chemin des trames lors de la panne du routeur principal.
- b. Écrivez le programme en Python utilisant Scapy réalisant le service demandé.

■■■■ IPv6 – 10 points

3– Soit le réseau d'entreprise 201.18.192.0/18 qui a été découpé par « *subnetting* » en différents sous-réseaux associés à des VLANs :

5pts

VLAN	Réseau	Location	Type
256	201.18.192.0/21	25	6
257	201.18.200.0/21	25	7
512	201.18.208.0/21	51	2
1024	201.18.224.0/21	102	4
1025	201.18.232.0/21	102	5
2048	201.18.240.0/21	204	8

L'entreprise obtient du RIPE NCC le préfixe réseau IPv6 2001:41d1:2::/48.

- Vous donnerez un premier plan d'adressage en IPv6 des différents VLANs en notation décimale privilégiant le **routing**.
- Vous donnerez un second plan d'adressage en IPv6 des différents VLANs en notation hexadécimale privilégiant la **sécurité**.
- L'entreprise veut un **nouveau plan d'adressage** où les « *locations* » sont numérotées de 0 à 6. Donnez le nouveau plan d'adressage IPv6 utilisant la « *simplification d'écriture* », c-à-d où les bits « LTB » sont groupés par digit hexadécimal, privilégiant le **routing**.
- Comment les machines connectées dans les différents réseaux vont-elles apprendre le préfixe réseau auquel elles appartiennent ?
- Est-ce que pendant la période de configuration matérielle de ce plan d'adressage (où il n'y aura plus de routing), les machines d'un même réseau pourront-elles continuer à communiquer entre elles et pourquoi ?

4– Analysez la trame suivante :

5pts

```
0000  00 11 DE AD BE EF 00 0C 29 0F 31 A1 86 DD 60 00  .....).1...'.
0010  00 00 00 2C 06 40 20 01 24 B0 FE 2E 07 00 02 0C  ...,.@$.
0020  29 FF FE 0F 31 A1 20 01 41 D0 00 02 EB 43 00 00  )...1. .A...C..
0030  00 00 B7 F9 7A 68 1A 85 00 50 00 00 5B F0 00 00  ....zh...P...[...
0040  00 00 B0 02 20 00 C4 5D 00 00 02 04 05 A0 01 03  .... ..].....
0050  03 01 01 01 08 0A 00 0D B6 CF 00 00 00 00 04 02  .....
0060  00 00  ..
```

- Que contient la trame ?
Vous donnerez une description détaillée et pertinente.
- Est-elle passée par un routeur ?
- Est-ce que les adresses IPv6 ont été obtenues par « **auto-configuration** » ?
Analysez ces adresses et justifiez votre réponse.
- Est-ce que le codage des options de TCP est différent en IPv6 par rapport à IPv4 ?

Quelques rappels

```
>>> ls(ARP)
hwtype : XShortField      = (1)
ptype  : XShortEnumField  = (2048)
hwlen  : ByteField        = (6)
plen   : ByteField        = (4)
op     : ShortEnumField   = (1)
hwsrc  : ARPSourceMACField = (None)
psrc   : SourceIPField    = (None)
hwdst  : MACField         = ('00:00:00:00:00:00')
pdst   : IPField          = ('0.0.0.0')
```

```
>>> help(srpl)
srpl(*args, **kwargs)
    Send and receive packets at layer 2 and return only the first answer
    timeout: how much time to wait after the last packet has been sent in seconds
    iface:   work only on the given interface
```

```
+-----+
|Version| Traffic Class |          Flow Label          |
+-----+-----+-----+
|          Payload Length      | Next Header | Hop Limit |
+-----+-----+-----+
|                               |             |           |
+                               +             +           +
|                               |             |           |
+                               +             +           +
|                               |             |           |
+-----+-----+-----+
|                               |             |           |
+                               +             +           +
|                               |             |           |
+                               +             +           +
|                               |             |           |
+-----+-----+-----+
```

```
+-----+
| Destination |
| 6 bytes    |
+-----+
| Source      |
| 6 bytes    |
+-----+
| Type       |
| 2 bytes    |
+-----+
| Data       |
|           |
|           |
|           |
| 46 to 1500 |
| bytes     |
|           |
+-----+
| FCS       |
| 4 bytes   |
+-----+
Ethernet Frame Format
```

```
EtherType Protocol
0x0800 Internet Protocol, Version 4 (IPv4)
0x0806 Address Resolution Protocol (ARP)
0x8100 IEEE 802.1Q-tagged frame
0x86DD Internet Protocol, Version 6 (IPv6)
0x888E EAP over LAN (IEEE 802.1X)
```

```
0          1          2          3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+
|          Source Port          |          Destination Port          |
+-----+-----+-----+-----+
|                               |                               |
|          Sequence Number      |                               |
+-----+-----+-----+-----+
|                               |                               |
|          Acknowledgment Number |                               |
+-----+-----+-----+-----+
| Data |          |U|A|P|R|S|F|          |
| Offset| Reserved |R|C|S|S|Y|I|          Window          |
|          |          |G|K|H|T|N|N|          |
+-----+-----+-----+-----+
|          Checksum          |          Urgent Pointer          |
+-----+-----+-----+-----+
|          Options          |          Padding          |
+-----+-----+-----+-----+
|          data          |
+-----+-----+-----+-----+
TCP Header Format
```