

Le routage de paquets

Abdelali Saidi

abdelali.saidi@gmail.com

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le routage statique
- 3 Le routage dynamique

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le routage statique
- 3 Le routage dynamique

Introduction

Le routeur

Le routeur est un ordinateur qui permet le transfert de paquets entre différents réseaux. Il possède également :

- UC : Il exécute les instructions du système d'exploitation
- RAM : Elle enregistre le système d'exploitation (IOS), le fichier de configuration en cours, la table de routage, le cache ARP et la mémoire tampon de paquets
- ROM : Elle enregistre les instructions d'amorçage, le logiciel de diagnostic de base et une version réduite de l'IOS
- La mémoire flash : Elle sert de stockage permanent. On y trouve pour le système d'exploitation par exemple
- La NVRAM : La mémoire vive non volatile. Elle est utilisée comme stockage permanent pour le fichier de configuration initiale

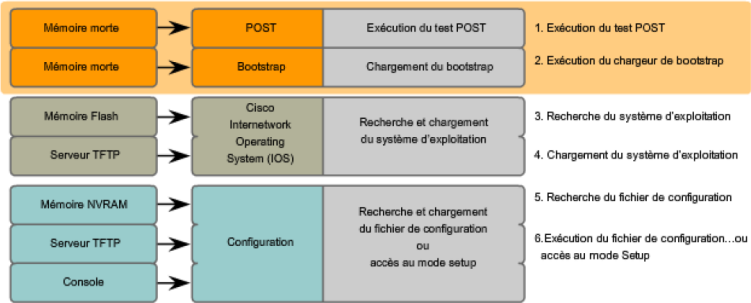
Introduction

Les interfaces d'un routeur



- Ports de gestion : Le port de gestion le plus courant est le port de console. Il sert à paramétrer le routeur et il est nécessaire de l'utiliser lors de la configuration initiale
- Les interfaces LAN : Ils sont utilisées pour connecter le routeur au réseau local
- Les interfaces WAN : permettent de connecter des routeurs à des réseaux WAN

Le démarrage d'un routeur (1/2)



Introduction

Le démarrage d'un routeur (2/2)

Router#show version

Cisco Internetwork Operating System Software

IOS (tm) C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)

Technical Support: <http://www.cisco.com/techsupport>

Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.

Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by miwang

Image text-base: 0x8000808C, data-base: 0x80A1FECC

ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1)

CDATA[Copyright (c) 2000 by Cisco Systems, Inc.

ROM: C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)

System returned to ROM by reload

System image file is "flash:c2600-i-mx.122-28.bin"

cisco 2621 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory.

Processor board ID JAD05190MTZ (4292891495)

M860 processor: part number 0, mask 49

Bridging software.

X.25 software, Version 3.0.0.

2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)

2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)

32K bytes of non-volatile configuration memory.

16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Configuration register is 0x2102

Router#

Version de l'IOS

Version du programme amorce ou bootstrap

Modèle et UC

Quantité de mémoire vive (RAM)

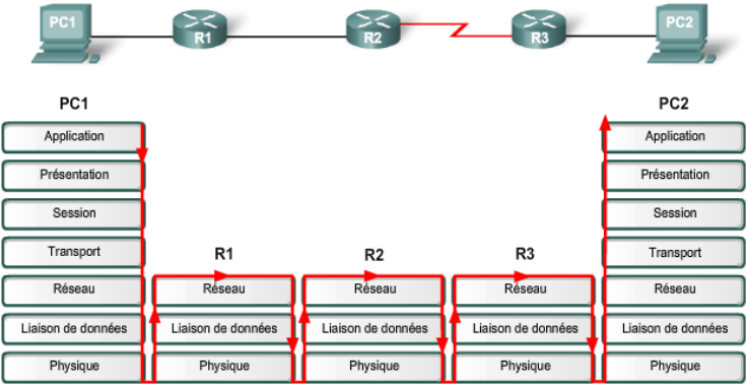
Nombre et types d'interfaces

Quantité de NVRAM

Quantité de mémoire flash

Introduction

Le routeur et la couche réseau



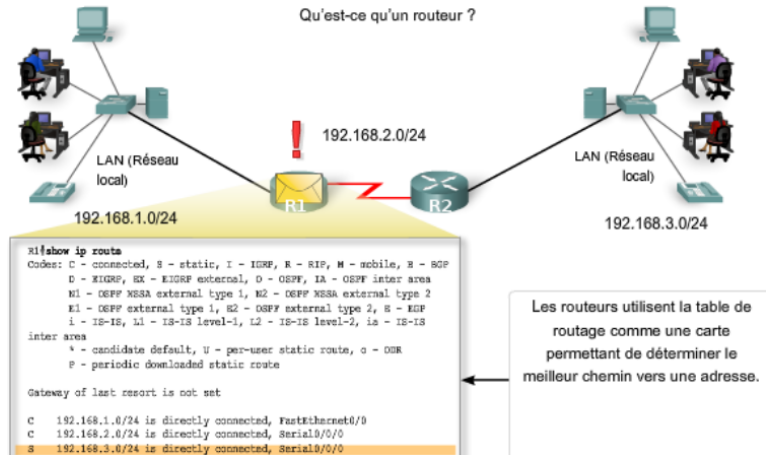
Introduction

Fonctionnement du routeur

À la réception d'un nouveau paquet, le routeur procède comme suit pour le transférer :

- Le routeur considère l'adresse IP de destination du paquet
- Il consulte sa table de routage pour trouver le chemin que doit prendre ce paquet
 - La table de routage est une correspondance entre des adresses de réseaux et les chemins qui permettent de les rejoindre
- Le routeur procède au transfert en respectant le chemin correspondu
 - Si aucun chemin ne correspond à l'adresse IP de destination du paquet, ce dernier sera supprimé et un message d'erreur sera envoyé vers la source

Le routage



Introduction

La table de routage

La table de routage est :

- un fichier de données se trouvant dans la mémoire vive
- qui indique au routeur les chemins à prendre pour le transfert de paquets

Elle peut contenir

- Des routes directement connectés
- Des routes statiques
- Des routes dynamiques

Introduction

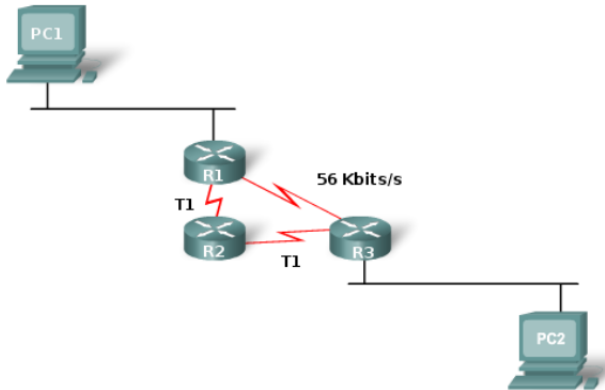
Détermination du meilleur chemin

Le meilleur chemin peut être :

- un chemin choisi par l'administrateur (route statique)
- un chemin dynamique (choisi par un protocole de routage)
 - le plus court (vecteur distance)
 - qui a la plus haute bande passante (link state)

Introduction

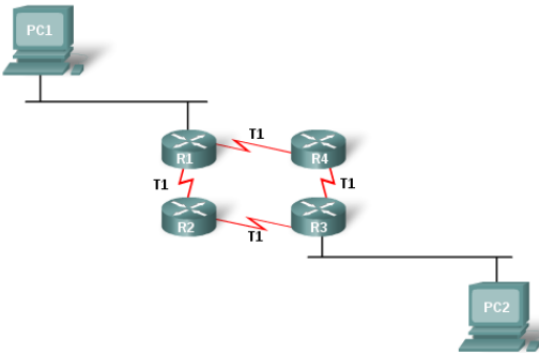
Détermination du meilleur chemin



Introduction

Détermination du meilleur chemin

Et si plusieurs chemins paraissent avoir les mêmes caractéristiques ?



On peut appliquer l'équilibrage de charge.

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le routage statique
- 3 Le routage dynamique

Le routage statique

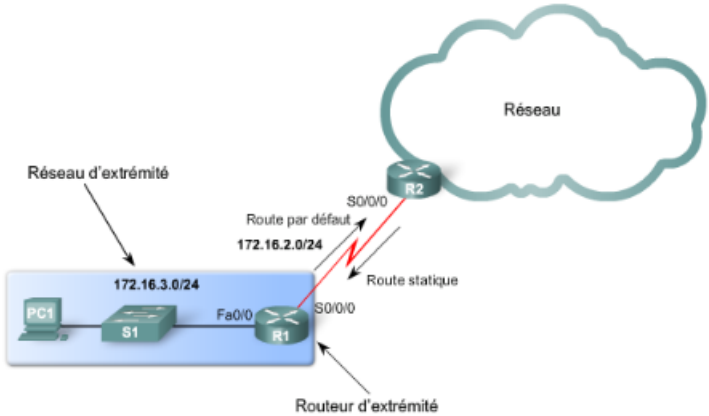
Définition

Une route statique est un chemin configuré par l'administrateur. Il est prioritaire par rapport aux routes dynamiques.

Le routage statique

Réseaux d'extrémité

Parmi les utilisations les plus communes des routes statiques est le routage vers un réseau d'extrémité.



Le routage statique

Configuration d'une route statique

```
Router(config)# ip route network-address subnet-mask  
{ip-address | exit-interface }
```

Paramètre	Description
network-address	Adresse de destination du réseau distant, à ajouter à la table de routage.
subnet-mask	Masque de sous-réseau du réseau distant, à ajouter à la table de routage. Vous pouvez modifier le masque de sous-réseau pour résumer un groupe de réseaux.
ip-address	Généralement appelé adresse IP du routeur de tronçon suivant.
exit-interface	Interface sortante utilisée pour transférer des paquets au réseau de destination.

Le routage statique

La route résumée

Situation

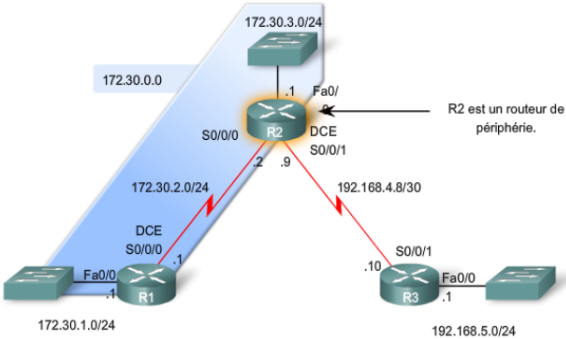
Plusieurs routes statiques peuvent être résumées en une seule route statique si :

- Les réseaux de destination peuvent être résumés dans une adresse réseau unique
- Les multiples routes statiques utilisent toutes la même interface de sortie ou adresse IP de saut suivant

Le routage statique

La route résumée

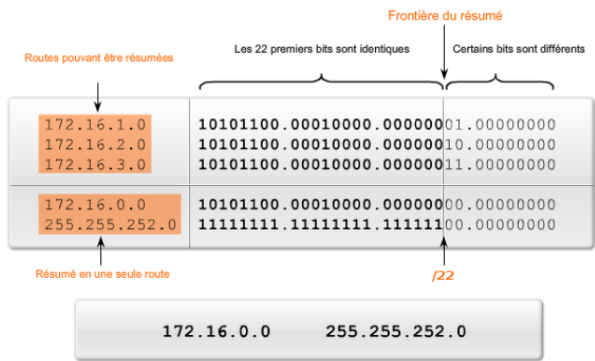
Calcul d'une route résumée



Le routage statique

La route résumée

Calcul d'une route résumée



Le routage statique

La route résumée

Calcul d'une route résumée

```
R3#show ip route
***résultat omis***

Gateway of last resort is not set

  172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S      172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/1
S      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/1
S      172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R3#show ip route
***résultat omis***

Gateway of last resort is not set

  172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
S      172.16.0.0 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Le routage statique

La route par défaut

Situation

La route statique par défaut correspond à tous les paquets. Elle est utilisée :

- Quand aucune autre route de la table de routage ne correspond à l'adresse IP de destination du paquet
- Lorsqu'un routeur n'est connecté qu'à un seul autre routeur. Ce cas est appelé "routeur d'extrémité"

Plan

- 1 Introduction
- 2 Le routage statique
- 3 Le routage dynamique**

Le routage dynamique

Présentation

Le routage dynamique permet la découverte des réseaux de destination sans avoir à impliquer l'administrateur. Ce dernier n'aura à faire qu'activer un protocole de routage au niveau des routeurs.

Caractéristiques

- Les routeurs se dévoilent leurs tables de routage
- Une charge administrative par rapport au routage statique

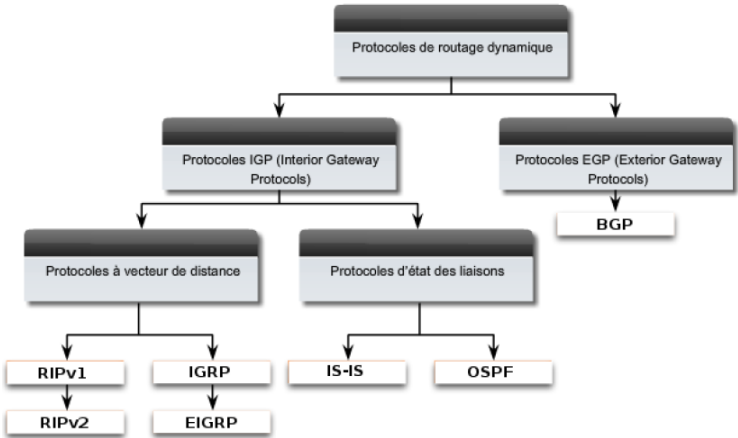
Le routage dynamique

Routage statique VS routage dynamique

	Routage dynamique	Routage statique
Complexité de la configuration	Généralement indépendant de la taille du réseau	Augmente avec la taille du réseau
Connaissances d'administrateur requises	Connaissances avancées requises	Aucune connaissance supplémentaire n'est requise
Modifications apportées à la topologie	S'adapte automatiquement aux modifications apportées à la topologie	Intervention de l'administrateur requise
Évolutivité	Idéal pour les topologies simples et complexes	Idéal pour les topologies simples
Sécurité	Moins sécurisé	Plus sécurisé
Utilisation de la ressource	Utilise l'UC, la mémoire, la bande passante de la liaison	Aucune ressource supplémentaire n'est requise
Prévisibilité	La route dépend de la topologie actuelle	La route menant à la destination est toujours la même

Le routage dynamique

Classification des protocoles de routages dynamique



Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Présentation

Un protocole de routage de type vecteur de distance choisit le meilleur chemin vers un réseau de destination en se basant sur le nombre de sauts.

Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Caractéristiques du protocole RIP

- Protocole de routage standard de deux versions
- 120 est sa valeur de distance administrative
- Les mises à jour
 - la table de routage en entier
 - régulièrement
 - en diffusion
- Implémentation et maintenance simples
- Cette méthode sollicite plus de ressources par rapport au routage statique
- Convergence lente

Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Algorithme d'échanges de mises à jour (1/3)



Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Algorithme d'échanges de mises à jour (2/3)



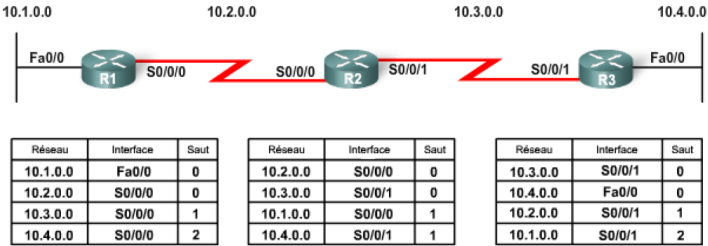
Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/0	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1

Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Algorithme d'échanges de mises à jour (3/3)



Protocoles Vecteur de Distance - RIP

Limitations du protocole RIP

Le RIPv1 :

- Ne supporte pas les sous-réseaux discontinus
- Ne supporte pas le VLSM
- N'envoie pas le masque de sous-réseau à même les mises à jour de routage
- Les mises à jour de routage sont en diffusion

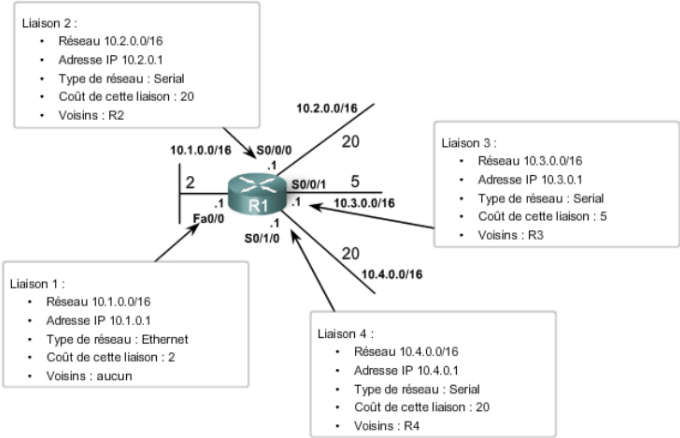
Protocoles États des Liaisons - OSPF

Présentation

- Ils sont également appelés protocoles SPF (Shortest path first)
- Ils ont la réputation d'être beaucoup plus complexes que leurs équivalents à vecteur de distance
- Cependant, la fonctionnalité et la configuration de base de ces protocoles de routage ne sont pas complexes du tout
- Une liaison désigne une interface de routeur
- Les informations relatives à une liaison incluent :
 - adresse IP et masque de sous-réseau de l'interface
 - type de réseau
 - coût de la liaison
 - éventuels routeurs voisins sur cette liaison
- Le protocole OSPF a comme mesure : 110

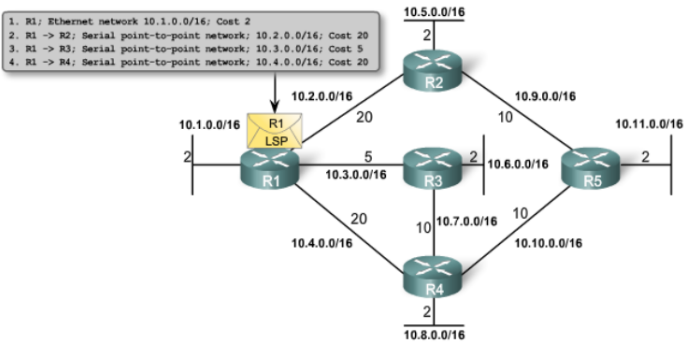
Protocoles États des Liaisons - OSPF

Exemple



Protocoles États des Liaisons - OSPF

Calcul du meilleur chemin



Protocoles États des Liaisons - OSPF

Le paquet LSP

- Chaque routeur diffuse ses informations d'états des liaisons
- Lorsqu'un routeur reçoit un LSP d'un routeur du voisinage, il l'envoie immédiatement à toutes les autres interfaces, à part celle par laquelle qui l'a reçu
- Les LSP n'ont pas besoin d'être envoyés de façon périodique
- Un LSP doit être envoyé uniquement :
 - lors du démarrage initial du routeur ou du lancement du processus de protocole de routage sur ce routeur
 - lorsque la topologie a été modifiée

Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données d'état des liaisons de R1

Paquets LSP de R2 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R3 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R4 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10
- Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R5 :

- Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

États des liaisons de R1 :

- Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20
- Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2

Destination	Chemin le plus court	Coût
Réseau local de R2	R1 -> R2	22
Réseau local de R3	R1 -> R3	7
Réseau local de R4	R1 -> R3 -> R4	17
Réseau local de R5	R1 -> R3 -> R4 -> R5	27

Figure: Construction de la base de données de LSP sur R1

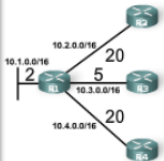
Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données de l'état des liaisons R1

États des liaisons de R1 :
<ul style="list-style-type: none">• Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20• Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5• Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20• Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R2 :
<ul style="list-style-type: none">• Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20• Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10• Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R3 :
<ul style="list-style-type: none">• Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5• Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10• Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R4 :
<ul style="list-style-type: none">• Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20• Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10• Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10• Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R5 :
<ul style="list-style-type: none">• Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10• Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10• Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

États des liaisons de R1



Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données de l'état des liaisons R1
États des liaisons de R1 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R2 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R3 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R4 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R5 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

Traitement des paquets LSP de R2



Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données de l'état des liaisons R1
États des liaisons de R1 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R2 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R3 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R4 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R5 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

Traitement des paquets LSP de R3

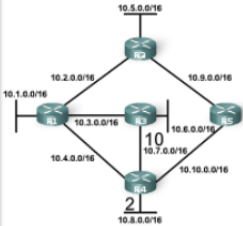


Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données de l'état des liaisons R1
États des liaisons de R1 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R2 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R3 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R4 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R5 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

Traitement des paquets LSP de R4



Protocoles États des Liaisons - OSPF

Création d'une base de données des LSP

Base de données de l'état des liaisons R1
États des liaisons de R1 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R2 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R3 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R4 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2
Paquets LSP de R5 : <ul style="list-style-type: none">Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

Traitement des paquets LSP de R5

