

Rapport : routage dans un réseau téléphonique commuté (RTC)

SORRES Antonin
2SNR2
antonin.sorres@etu.inp-n7.fr

HOUOT Léa
2SNR2
lea.houot@etu.inp-n7.fr

Abstract—Les réseaux téléphoniques commutés utilisent historiquement le routage hiérarchique (ou statique). Dans le but d'améliorer les performances du réseau téléphonique, nous allons réaliser une simulation d'un réseau téléphonique commuté auquel on applique plusieurs protocoles de routage : le routage adaptatif, le routage statique et à partage de charge. Le but de cette simulation est de comparer les performances des différents types de routage en comparant leur nombre d'appels acceptés.

Index Terms—RTC, Routage, Réseau commutés

I. RÉSEAU ÉTUDIÉ

Le réseau téléphonique commuté donné (Fig. 1), est constitué de 5 machines et de 2 niveaux hiérarchiques (CA et CTS).

Pour ce qui est de la capacité des liens du réseau :

- les liens entre CA ont une capacité de 10 appels.
- les liens entre CA et CTS ont une capacité de 100 appels.
- les liens entre CTS ont une capacité de 1000 appels.

Pour simplifier notre étude, nous supposons que les appels sont passés directement sur CA1, CA2 et CA3. Les appels sont normalement passés entre les centres d'appels U1, U2 et U3.

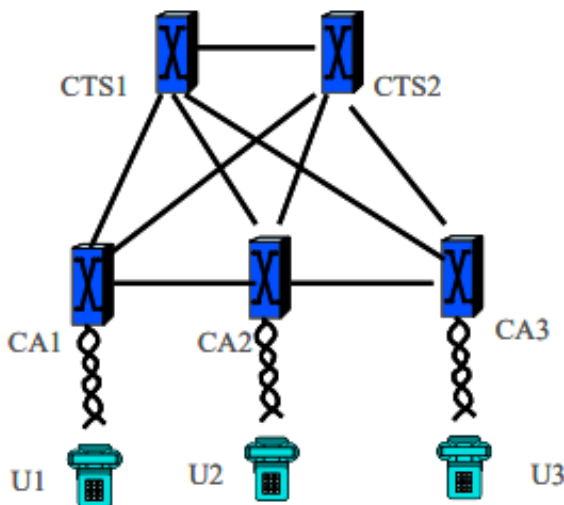


Fig. 1: Schéma du réseau téléphonique

II. RÉSEAU SÉMAPHORE

Dans le réseau sémaphore relatif à la topologie du réseau téléphonique commuté donné (Fig. 2), chaque nœud « PS » correspond à un équipement du réseau téléphonique commuté (CA et CTS). Les nœuds « PS » sont reliés entre eux par un « PTS » pour qu'ils puissent communiquer entre eux.

Correspondance des PS:

- PS1 correspond à CA1
- PS2 correspond à CA2
- PS3 correspond à CA3
- PS4 correspond à CTS1
- PS5 correspond à CTS2

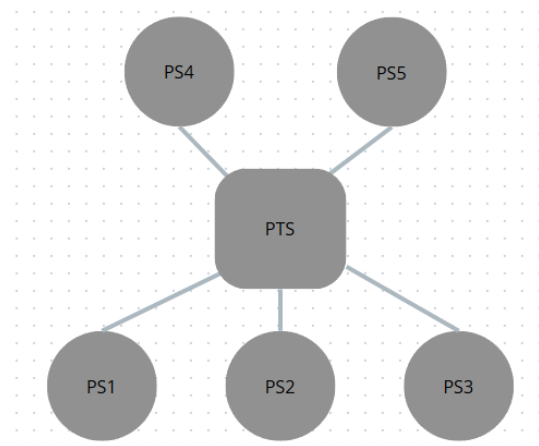


Fig. 2: Réseau sémaphore

III. ALGORITHME DE ROUTAGE

Nous allons étudier les performances de trois protocoles de routage appliqués à notre réseau. Ces trois protocoles de routage sont :

- le routage statique (ou hiérarchique)
- le routage à partage de charge
- le routage adaptatif

A. Routage hiérarchique (ou statique)

Le routage hiérarchique est statique et repose sur la topologie du réseau et l'adressage géographique et hiérarchique. C'est un routage qui est simple à mettre en place. L'administrateur doit seulement configurer manuellement les routes. Dans un routage hiérarchique, un CA va toujours envoyer la communication vers un CTS, qui lui est dédié. Un CTS quant à lui, va

toujours envoyer la communication vers le CA du destinataire de la communication. Si le nœud destinataire se trouve dans les voisins du nœud émetteur, la communication passe par le lien CA-CA qui les relie. Les liens entre CA et entre CA ne sont donc utilisés que dans cette situation. Les liens CA-CTS sont les plus souvent utilisés, ils sont donc plus sensibles à la sur-utilisation, notamment dans le cas où le nombre d'appels est conséquent. L'inconvénient dans ce protocole de routage est que des liens sont peu utilisés alors que d'autres peuvent être sur-utilisés.

Exemple d'une communication de CA1 vers CA3 :

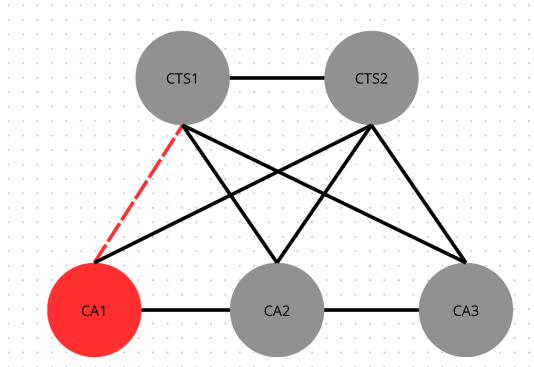


Fig. 3: Première étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage statique

Nous avons donc CA1 qui lance un appel à destination de CA3. En supposant que le CTS qui est dédié à CA1 est CTS1. On aura l'appel qui va passer par le lien CA1-CTS1 car CA3 n'est pas un voisin direct de CA1 (Fig. 3).

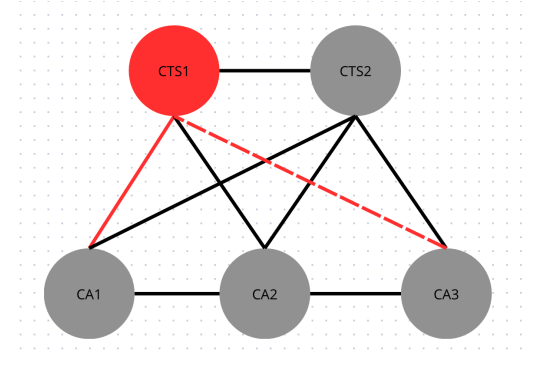


Fig. 4: Deuxième étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage statique

CA3 étant un voisin direct de CTS1, il lui transfère l'appel (Fig. 4).

B. Routage à partage de charge

Un routage à partage de charge répartit le trafic sur les différents chemins connus du réseau. Pour mettre en place un routage par partage de charge, nous devons donc connaître la topologie du réseau : ses liens et leur capacité. Dans le cas de notre étude, nous allons envoyer les communications aléatoirement sur les liens, en utilisant une probabilité pondérée par la capacité maximale des liens en sortie du nœud.

Exemple de communication entre CA1 et CA3 :

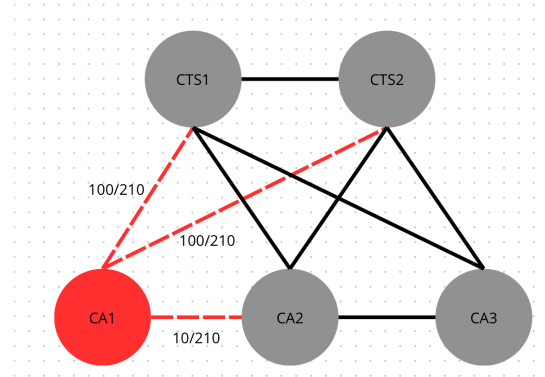


Fig. 5: Première étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage à partage de charge

Un appel provenant de CA1 va donc avoir la possibilité de passer par trois liens (CA1-CA2, CA1-CTS1, CA1-CTS2) (Fig. 5). Le lien utilisé pour passer au nœud suivant va ensuite être choisi aléatoirement. Les liens CA1-CTS1 et CA1-CTS2 auront cependant plus de chance d'être utilisés, car leur capacité est plus élevée. Et nous pouvons voir que CA1-CTS1 et CA1-CTS2 ont la même probabilité d'être sélectionnés, étant le même type de liens.

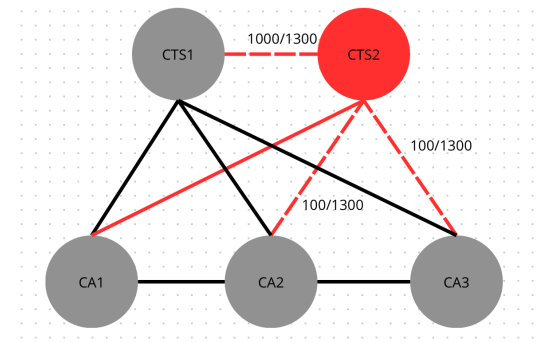


Fig. 6: Deuxième étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage à partage de charge

On va maintenant supposer que l'appel est passé par le lien CA1-CTS2 (Fig. 6). Le nœud actuel est donc CTS2. L'appel peut passer par trois liens. Cependant, le nœud destinataire CA3 est dans les voisins du nœud CTS2. L'appel va donc passer directement par le lien CTS2-CA3 pour arriver à CA3. Alors que le lien n'a pas la plus grande probabilité.

C. Routage adaptatif

Le routage adaptatif est une méthode de routage dans laquelle on tient compte de l'état actuel du réseau et où les chemins empruntés par les appels changent de façon dynamique en fonction des conditions du réseau. Ce routage va donc donner lieu à des calculs de route régulièrement et à le paramétrer en fonction des conditions du réseau en temps réel. Pour la mise en place de ce protocole, nous allons nous baser sur la mise en place du protocole de routage précédent. Mais nous

utiliserons les capacités en temps réel des liens et non leur capacité maximale pour la pondération des probabilités.

Exemple de communication entre CA1 et CA3 :

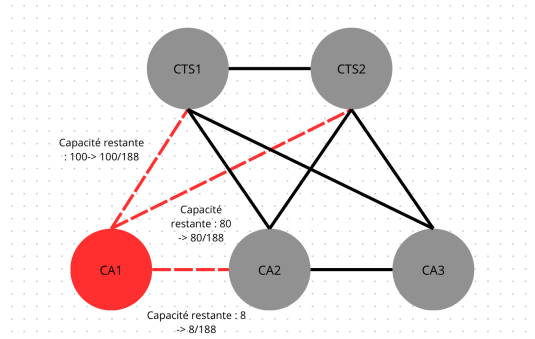


Fig. 7: Première étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage adaptatif

On va reprendre le même exemple que pour les autres types, donc des messages entre CA1 et CA3. Dans ce cas, un appel provenant de CA1 aura, encore une fois, la possibilité de passer par trois liens (CA1-CA2, CA1-CTS1, CA1-CTS2) (Fig. 7). Le lien à utiliser pour passer au nœud suivant va ensuite être choisi aléatoirement. Les liens CA1-CTS1 et CA1-CTS2 auront toujours plus de chance d'être utilisés, car leur capacité est plus élevée, mais celui qui sera le moins utilisé aura encore plus de chance d'être utilisé. Nous pouvons voir que le lien qui a le plus de chance d'être pris est le lien CA1-CTS1.

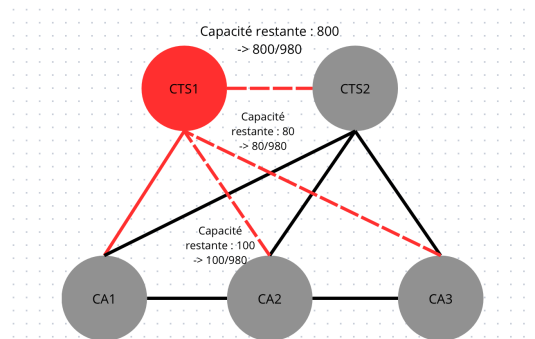


Fig. 8: Deuxième étape de la communication de CA1 vers CA3, en routage adaptatif

Pour l'exemple, on va considérer que CA1-CTS1 a été sélectionné (Fig. 8). Le nœud actuel est donc CTS1 et CA3 est parmi les voisins de CTS1. L'appel va donc directement passer par le lien CTS1-CA3.

IV. SIGNALISATION

Les messages MTP-3 sont échangés entre les équipements du réseau sémaphore (Fig. 2) dans le but d'établir une connexion et de choisir la route utilisée par le réseau commuté. Les messages MTP-3 passent tous par le PTS relié à tous les PS, avant d'atteindre leur destination. Par exemple, les messages MTP-3 entre PS1 et PS2 vont d'abord passer par le PTS

puis vont arriver à l'équipement destinataire. Les messages MTP-3 entre PS1 et PS4, par exemple, auront le même comportement. Ainsi, on suit un routage hiérarchique dans le réseau sémaphore.

Exemple de la mise en place d'une communication entre U1 et U2:

- 1) Envoi d'un message de demande d'appel de PS1 à destination de PS2
- 2) Réception du message par PTS.
- 3) Calcul de la route vers le destinataire PS2 et réservation des liens dans le réseau circuit
- 4) Envoi du message vers PS2
- 5) Réception du message par PS2. Le téléphone du destinataire sonne.
- 6) Si le destinataire décroche, un message d'acceptation d'appel est envoyé à destination de PS1. Sinon, le message de demande d'appel est envoyé à PS3.
- 7) Dans le cas où le message d'acceptation d'appel a été envoyé à PS1, PS1 reçoit le message et la communication a lieu. Dans le cas contraire, PS3 reçoit la demande d'appel et le téléphone relié à CA3 sonne.
- 7.1) Si le téléphone relié à CA3 décroche, PS3 envoie un message d'acceptation à destination de PS1. Sinon, PS3 envoie un rejet d'appel à destination de PS1.
- 7.2) Le PS1 reçoit soit le message d'acceptation de l'appel, soit celui de refus d'appel. Dans le premier cas, la connexion est établie et l'appel se produit ; dans le second cas, elle n'est pas établie et l'appel ne se produit pas.

V. MISE EN PLACE DES PROTOCOLES

Nous avons réalisé une simulation du réseau étudié. Nous avons appliqué à ce réseau les différents protocoles présentés précédemment. Nous allons donc comparer leurs performances en se basant sur leur nombre d'appels acceptés.

Pour réaliser cette simulation, nous avons écrit un programme en Python. Pour l'affichage des courbes, nous avons utilisé matplotlib.pyplot et pour la mise en place du réseau, nous avons utilisé networkx.

Pour les appels, nous vérifions que nous pouvons allouer les liens de la route proposée par le routage. Si c'est le cas, nous les allouons pendant le temps de l'appel (entre 3 et 5 minutes). Sinon, l'appel est considéré bloqué. Durant la simulation, nous bouclons en lançant des appels durant une heure avec une fréquence d'appel de $\frac{2}{i}$ puis nous relançons une heure d'appels avec une fréquence d'appels de $\frac{2}{n=i+50}$. Nous bouclons jusqu'à ce que $n = 2500$.

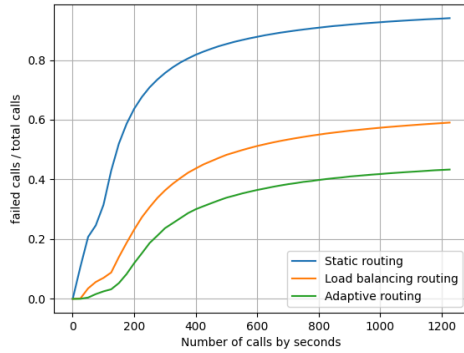


Fig. 9: Résultats de la simulation avec le taux d'appels bloqués sur le nombre d'appels total en fonction de la fréquence des appels

Les résultats (Fig. 9) se basent sur le taux d'appels ratés, sur le nombre d'appels en tout. Nous pouvons voir que le routage statique est vraiment peu efficace dès qu'on monte en fréquence d'appels. En effet, dès 200 appels/s, nous avons 60% des appels qui sont bloqués. Alors que le routage à partage des charges est à peine plus de 20% et le routage adaptatif est entre 10 et 15%. Pour le routage à partage de charges, il reste assez efficace en dessous de 400 appels/s où il est à 45% d'appels refusés. Nous avons donc le routage adaptatif qui, même à 1200 appels/s, reste en dessous des 50% d'appels refusés. Cela est dû au fait qu'il prenne en compte la capacité courante du réseau. Il est donc intéressant de mettre en place du routage à partage de charge pour des petits réseaux qui n'ont pas beaucoup d'appels. En effet, il est certes moins efficace que le routage adaptatif, mais il est plus simple à mettre en place. Cependant, dès qu'on augmente la taille du réseau, il est nettement plus intéressant de faire du routage adaptatif.