

DOCUMENT DE CADRAGE DE LA SAÉ 32

Mettre en œuvre un système de transmission : Analyse et surveillance de lignes ADSL/VDSL2

VERSION 1.0 DU 21 OCTOBRE 2022

ANALYSE ET SURVEILLANCE DE LIGNES ADSL/VDSL2

1. Contexte professionnel et objectifs

Les lignes ADSL et VDSL des clients des opérateurs sont régulièrement perturbées par des équipements dont la CEM (Compatibilité ElectroMagnétique) est défectueuse comme un moteur d'ascenseur ou l'alimentation d'une box vieillissante. Les perturbations engendrées peuvent entraîner une diminution du débit ou même une désynchronisation totale des lignes impactées.

Ceci entraîne un mécontentement des abonnés qui peut aller jusqu'à la résiliation de l'abonnement. Des équipes chez l'opérateur Orange sont dédiées à la recherche de ces perturbateurs électromagnétiques ce qui crée une maintenance bien plus complexe et coûteuse des lignes que pour la fibre. A terme, le remplacement des lignes cuivre par la fibre résoudra le problème.

Les responsables des équipes de recherche des perturbateurs électromagnétiques sur lignes ADSL/VDSL ont émis le souhait d'avoir des outils plus performants pour l'analyse des lignes que ceux proposés par les DSLAM et si possible d'avoir des outils de tests et détection automatique des perturbateurs sur les lignes.

Avec la diminution des effectifs dans les services de recherche des perturbateurs électromagnétiques, le développement de l'outil doit se faire de manière urgente et se fera en 3 étapes. Vous êtes en charge de la première étape qui consiste à créer un script Python pour faciliter l'analyse des problèmes sur les lignes ADSL/VDSL avec 3 fonctions principales qui ont été demandées par les techniciens :

1. Les paires torsadées sur lesquelles circulent les signaux ADSL sont regroupées dans le même câble et rayonnent les unes sur les autres. Ceci constitue un bruit appelé diaphonie qui avec le bruit thermique (dépendant de la température) constituent la plus grande source de bruit sur les lignes qui ont alors à peu près le même niveau de bruit s'il n'y a pas d'autres perturbateurs.

Les techniciens souhaitent avoir la possibilité de voir et comparer le niveau de bruit (nommé QLN : Quiet Line Noise sur les DSLAM) sur plusieurs lignes reliées au même DSLAM pour détecter une ligne particulièrement bruyante qui serait soumise à un perturbateur.

2. Les techniciens souhaiteraient aussi avoir la possibilité de regrouper sur le même graphique pour 1 ligne, plusieurs informations parmi : QLN, SNR, HLOG et Bitallot (nombre de bits/symbole pour chaque sous-bande).

3. Le débit de chaque sous-porteuse dépend du SNR (Signal to Noise Ratio, rapport de la puissance du signal sur la puissance du bruit). Les techniciens aimeraient avoir un tableau de synthèse indiquant pour une ligne, le SNR min et max et moyen pour les différentes valeurs du nombre de bits/symbole (0 à 15).

2. Organisation de la SAÉ

Nombre d'étudiants par groupe de SAÉ : La SAÉ se fera en binôme (et 2 trinômes comme vous êtes 18).

Volume horaire : 50h (10TD, 10TP, 30h de projet)

Enseignants responsables : Willy Guillemain (WG : willy.guillemain@iut-velizy.uvsq.fr),

Salles pour la SAE : Pour les séances de projet et TP vous utiliserez la salle de TP E50.

Ressources: dans la mesure où l'objectif est de travailler sur les transmissions numériques, on vous fournit une fiche ressource sur l'introduction à l'automatisation des tâches d'administration avec Paramiko. Cette fiche vous permettra de comprendre comment vous connecter au DSLAM en SSH avec Python pour récupérer les données dont vous avez besoin via la CLI. Vous **devez** utiliser les expressions régulières dans votre code (imposé) avec le module « re », vous trouverez les informations nécessaires sur Internet si vous ne les connaissez pas.

Livrables :

- le notebook sur lequel vous avez travaillé pendant toutes les séances pour que l'on puisse évaluer votre travail et vérifier que vous avez fait vous-même cette SAÉ (2 binômes ne doivent donc pas avoir le même notebook).
- Le résultat de vos tests dans un fichier pdf
- Une présentation PPT

Notation : vous aurez 2 notes :

- Résultats pratiques de la SAÉ évalués lors de la dernière séance de TP (50%)
- Soutenance orale (50%)

Soutenance orale : la soutenance comprendra 20 minutes de présentation par binôme et 10 minutes de questions. Un exemple de structuration de votre PPT est donné ci-dessous :

- 1 ou 2 diapositives sur l'objectif du projet
- 2 ou 3 diapositives sur l'ADSL (c'est l'enseignant lors de la soutenance qui choisira quel membre du binôme présentera cette partie)
- 1 diapositive sur la connexion SSH au DSLAM avec Paramiko
- 3 ou 4 diapositives sur les commandes nécessaires pour récupérer les informations sur le DSLAM, le résultat commenté des commandes en indiquant comment vous

avec récupérer les informations donc vous avez besoin (on prendra du temps sur ces diapositives)

- 1 ou 2 diapositives sur votre code pour récupérer les informations demandées
- 2 ou 3 diapositives sur les résultats obtenus
- 1 diapositive sur l'algorithme utilisé pour répondre aux 3 objectifs (si vous avez eu le temps de la faire)
- 1 diapositive de conclusion

Imposé : la conclusion comportera 3 points :

- Un bilan sur l'ADSL/VDSL2, les problématiques de la transmission sur cuivre et la modulation utilisée
- Un bilan sur l'automatisation de l'administration des équipements réseaux avec Paramiko, l'intérêt d'avoir pour le résultat des commandes une structure de données (comme les dictionnaires imbriqués avec Scapy) ou un langage de sérialisation comme XML, JSON ou YALM.
- Un bilan sur votre intérêt pour la SAE. Si vous n'avez pas aimé, l'objectif est de faire passer le message mais avec une focalisation sur les points positifs pour « adoucir » ce message. Si vous avez aimé, dites-le !

3. [Travail à réaliser et planning prévisionnel](#)

Le planning prévisionnel est donné ci-dessous, il est suivi du détail de chaque étape du projet.

Date	Volume horaire	Travail à réaliser	Encadrant CM, TD, TP
Lundi 24 octobre	3h encadrées et 2h de projet	Présentation de la SAE, étude de la couche physique ADSL/VDSL2	WG
Mardi 25 octobre	3h encadrées et 5h30 de projet	Analyse des commandes CLI d'un DSLAM Zyxel VES1724.	WG
Mercredi 26 à vendredi 28 octobre	7h encadrées + 22h de projet	Récupération et affichage des informations demandées, tests et analyse des résultats Évaluation du travail réalisé (vendredi matin)	WG
Mardi 8	3h de projet et 3h encadrées	Finalisation et préparation de la soutenance	
Mercredi 9 novembre matin	Soutenances : 30 minutes par binôme	Présentation orale aux enseignants	WG, BB
Total	30h00 de projet + 20h encadrées + 4h00 de soutenance (1 jury de 2 personnes)		

Études de la couche Physique ADSL/VDSL2

Vous devez effectuer une recherche documentaire sur Internet pour étudier et comprendre les bases du fonctionnement de la couche physique ADSL/VDSL2 avec les éléments suivants :

- Présentation généralement de la modulation OFDM
- Présentation des caractéristiques de l'ODFM appelée DMT pour l'ADSL/VDSL2 : largeur des sous-bandes, modulations utilisables dans chaque sous-bande, rapidité de modulation par sous-bande, nombre de bits/symbole min et max pour chaque sous-porteuse et débits associés, bandes de fréquences utilisées pour le(s) sens montant et descendant pour l'ADSL/ADSL2, l'ADSL2+ et le VDSL2 (pour les différents profils retenus en France), normes ITU.

Vous devez de plus réaliser les diapositives pour la soutenance.

Analyse des commandes CLI d'un DSLAM Zyxel VES1724

Vous devez étudier la documentation du DSLAM « VES1724_CLI-RG.pdf » sur la ligne de commande CLI pour déterminer les commandes à utiliser pour obtenir les informations nécessaires à la résolution des objectifs demandés :

- Norme ITU utilisée par la ligne
- QLN, HLOG, SNR, nombre de bits/symbole pour chaque sous-porteuse (bit_alloc)

Compte tenu du temps imparti pour la SAÉ, on se contentera de traiter le cas ADSL2 et ADSL2+ (pas VDSL2 qui comporte plusieurs sous-bande et qui est donc plus difficile à traiter).

Établir une connexion SSH avec le DSLAM pour visualiser le résultat de ces commandes et expliquer comment vous allez récupérer les informations recherchées (parsing), vers quelle structure de données vous allez les sauvegarder, quelles fonctions vous utiliserez.

Remarque : si vous ne connaissez pas les expressions régulières et le module RE, formez-vous pour pouvoir l'utiliser.

Vous devez de plus réaliser les diapositives pour la soutenance.

Récupération et affichage des informations demandées, tests

1. Dans un notebook, à l'aide de la fiche ressource, utilisez le module Paramiko pour la connexion SSH au DSLAM, la création d'un canal Shell et l'émission des commandes et la réception des réponses.

2. Coder et tester le parsing des réponses comme vous l'aviez envisagé à l'étape précédente et faire un test avec le DSLAM relié directement à la box sur une ligne ADSL2+ (paire rouge/ rouge/blanc du câble Telco).
3. Coder et tester l'affichage des courbes de QLN, HLOG, SNR et BITALLOC.
4. Coder et tester l'affichage dans un tableau du SNR min, max et moyen pour chaque nombre de bits par symboles (de 0 à 15).
5. Tester ensuite l'affichage des courbes de QLN, HLOG, SNR et BITALLOC dans les conditions suivantes :
 - Avec une ligne ADSL2+ de 2Km puis 3Km (vous stockerez les résultats dans un fichier pour pouvoir ensuite travailler hors connexion au DSLAM). Vous utiliserez les bobines d'1Km de câbles disponibles dans la salle. Il n'y en a que 8, il faudra donc les partager. Vous expliquerez



- Avec une ligne ADSL2+ de 2KM et un perturbateur sinusoïdal comme indiqué ci-dessous :
 - Demander à l'enseignant une antenne AM
 - Poser l'antenne sur la partie non torsadée de la bobine de 2Km (c'est-à-dire vers les connecteurs RJ45)
 - Relier l'antenne AM à un GBF avec un signal sinusoïdal d'amplitude maximale et dont la fréquence est dans le sens descendant (faire le test pour 2 fréquences)
 - Avec une ligne ADSL2+ de 2KM et un perturbateur correspondant à une alimentation défectueuse :
 - Demander à l'enseignant l'alimentation et le téléphone IP associé
 - La poser tout près de la ligne (1 à 2 cm, plus proche il y a risque de désynchronisation)
6. Tester l'affichage dans un tableau du SNR une ligne ADSL2+ de 2Km sans perturbateur.
 7. Analyser les résultats obtenus en expliquant :
 - Comment évolue le HLOG en fonction de la distance de la ligne et comment évolue le SNR
 - Comment sont attribués le nombre de bits par symbole sur chaque sous-porteuse en fonction du SNR (on regardera notamment dans le tableau du SNR de combien (à peu près) on doit augmenter le SNR pour avoir 1 bit en plus (regarder sur les bits 8 à 15))

- Où sont les perturbateurs sur les captures avec perturbateurs
- Comment la modulation s'est adaptée aux perturbateurs

Remarque : une sous-bande est dédiée à la transmission d'une sinusoïde pour la synchronisation. Vous la repèrerez facilement car elle a 2 bits par symbole sur l'allocation binaire.