

BE - Network Calculus appliqué au réseau AFDX

I Objectif

Dans cette séance de travaux pratiques, on vous propose d'appliquer la théorie du Network Calculus pour déterminer les délais de traversée des paquets dans un réseau de type AFDX (Avionics Full Duplex Switched Ethernet).

II Travail à réaliser

Voici un exemple de modélisation d'un réseau AFDX composé de 3 noeuds A, B, C , de 5 liens d'entrée e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 , de 2 liens de sortie e_6, e_7 et de 5 flux appelés VL (Virtual Links) v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 . Les caractéristiques des flux sont données comme suit :

- pour v_1 et v_3 : $BAG = 2\text{ ms}$ et $s_{\max} = 120$ octets ;
- pour v_2 et v_4 : $BAG = 32\text{ ms}$ et $s_{\max} = 800$ octets ;
- pour v_5 : $BAG = 128\text{ ms}$ et $s_{\max} = 1500$ octets.

Les caractéristiques des noeuds sont toutes identiques et sont données comme suit :

- $16\text{ }\mu\text{s}$ de latence technologique ;
- 100 Mb/s de débit des ports de sortie.

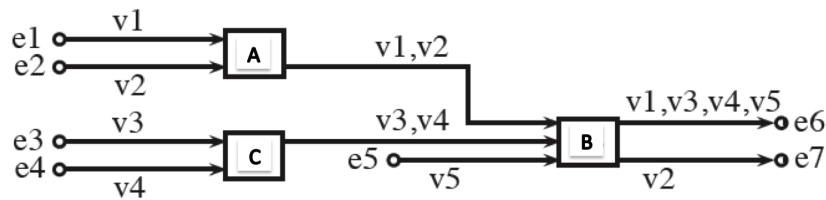


Figure 1: Exemple de configuration AFDX

II.1 Etude du noeud A

1. Donner les courbes d'arrivée α_1^{A1} et α_2^{A1} des flux v_1, v_2 (de quelle type de fonction usuelle s'agit-il, comment obtenir ses caractéristiques ?).
2. Donner la courbe de service β^A du port de sortie du noeud A (de quelle type de fonction usuelle s'agit-il, comment obtenir ses caractéristiques ?).
3. Calculer α_1^{A1} , la courbe d'arrivée du port de sortie 1 de A à partir des courbes d'arrivée par flux α_1^{A1} et α_2^{A1} .

4. Calculer le délai pire-cas τ_{A1} et le backlog pire-cas ν_{A1} du port de sortie de A à partir de α^{A1} et de β^A .
5. Calculer α_1^{B1} et α_2^{B2} les courbes d'arrivée des ports de sortie 1 et 2 de B par flux.
6. Calculer α^{B1} et α^{B2} les courbes d'arrivée des ports de sortie de B en prenant en compte les flux de manière séparée.
7. Calculer α^{B1} et α^{B2} les courbes d'arrivée des ports de sortie de B en prenant en compte la sérialisation des flux.

II.2 Etude du réseau complet

Commençons par une analyse générale du réseau.

1. Donner les courbes d'arrivée α_5^{B1} , α_3^{C1} et α_4^{C1} des flux v_3 , v_4 et v_5 (de quelle type de fonction usuelle s'agit-il, comment obtenir ses caractéristiques?).
2. Donner les courbes de service β^{B1} , β^{B2} et β^{C1} des ports de sortie des noeuds B (de quelle type de fonction usuelle s'agit-il, comment obtenir ses caractéristiques?).
3. Appliquer les questions 3 à 7 de la section précédente (étude du noeud A) pour l'ensemble du réseau.

Une fois cette étude réalisée, analysons les bornes sur le pire temps de traversée d'un bout à l'autre du réseau de chacun des flux v_1 , v_2 , v_3 , v_4 , v_5 et sur le pire backlog parmi les backlogs de chaque port de sortie de chaque noeud.

4. Calculer le pire délai de traversée de bout-en bout $WCTT_i$ (Worst Case Traversal Time) pour chaque flux v_i .
5. Calculer le pire backlog de tout le réseau.

Voyons maintenant s'il est possible d'améliorer tout ou partie de ces bornes $WCTT_i$.

6. Quels sont les flux qui n'ont pas besoin d'être traités séparément ? Recalculer les différentes courbes en fonction de votre réponse.
7. Recalculer les délais pire-cas avec les nouvelles courbes obtenues ainsi que les différents $WCTT_i$ impactés par vos modifications. Y a-t-il amélioration de ces valeurs ?

II.3 Modification de quelques caractéristiques du réseau

Des changements sont apportés aux caractéristiques du flux v_4 : le BAG et la taille des trames sont divisés par 2.

1. Sans faire de calculs, quelles vont être les conséquences de ces modifications (écrivez si besoin la nouvelle courbe d'arrivée du flux).
2. Réaliser à nouveau l'étude complète du système à partir de ces nouvelles données. Est-ce que le $WCTT_4$ a été modifié ? Cette modification rejoint-elle votre réponse à la question précédente ?

III Annexe

Pour ce TP, nous utiliserons l'interpréteur (min,+) en ligne à l'adresse suivante :

On Line Interpreter <http://realtimeatwork.com/minplus-playground>.