

TD n° 02 – R404

Timing Advance

1. Délais de propagation :

Sachant que la vitesse de la lumière est $C=299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$, déterminer l'instant d'arrivée du signal radio émis à $t=0$ depuis un émetteur distant de 321 m du récepteur.

NB : La fréquence du signal est de 433 MHz.

2. TA en GSM/DCS (2G) :

Dans le cas de la 2G (Voir norme TS 45.001), les données utilisateurs (les **bursts**) sont transmises dans des fenêtres temporelles appelées **slots**. Il y a 8 slots dans une trame TDMA qui dure environ 4,615 ms (ou 120/26 ms). Un slot dure donc environ 0,577 ms ou 15/26 ms. Un burst dure en général 148.T (avec $T=48/13\text{ }\mu\text{s}$) soit environ 0,546 ms sauf pour le burst d'accès qui dure 88.T.

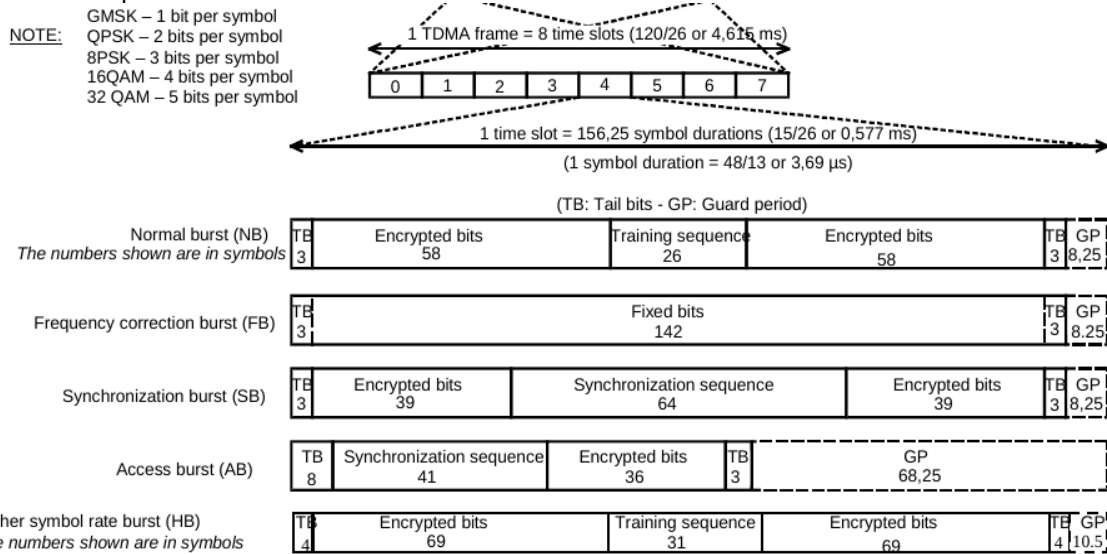


Figure 1: Time frames time slots and bursts

Afin de compenser les délais de propagation du signal, le MS anticipe l'émission afin que ses bursts arrivent bien dans le bon slot au niveau de la BTS.

Le TA correspond à la distance aller-retour MS-BTS et il se mesure avec un nombre entier de la durée d'un symbole et il est codé sur 6 bits (0-63).

- Si sur une même BTS, le TA est de 5 pour le MS1, et de 9 pour le MS2. Quel mobile est le plus proche de la BTS ? Faire un schéma.
- Si le MS1 se situe à 1622 m de la BTS, quelle valeur de TA devra-t-il utiliser ?
- Quelle est alors la distance maximum possible entre un MS et une BTS ?
- Quelle est la « résolution » minimum en mètres, s'il on cherche à localiser un MS avec la valeur du TA en 2G ?

3. TA en LTE (4G) :

« The eNodeB estimates the initial Timing Advance from PRACH sent by the UE. PRACH is used as timing reference for uplink during UE's initial access, radio link failure, during Handover etc... The eNodeB sends Timing advance command in Random Access Response (RAR). Once the UE is in connected mode, the eNodeB keep estimating Timing Advance and sends Timing Advance Command MAC Control Element to the UE, if correction is required.

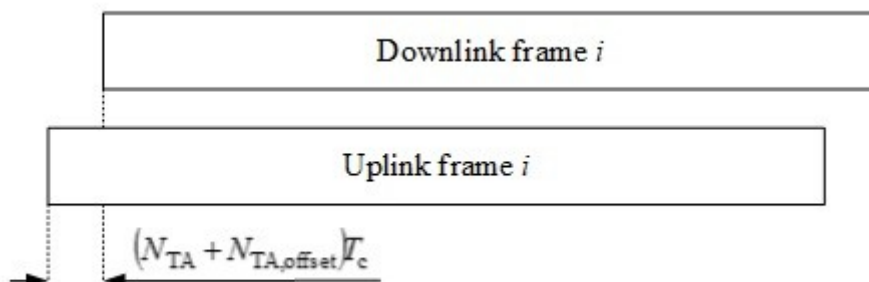
The eNodeB continuously measures timing of uplink signal from each UE and adjusts the uplink transmission timing by sending the value of Timing Advance to the respective UE. As long as a UE sends some uplink data (PUSCH/PUCCH/SRS), the eNodeB can estimate the uplink signal arrival time which can then be used to calculate the required Timing Advance value. »

La norme 3GPP 36.213 (4.2.3) indique que l'unité de TA est de 16.Ts. Sachant que $T_f=10\text{ ms}=307200.T_s$. Le TA est également codé sur 6 bits en général (sauf au tout début dans la RAR - Random Access Response - où il est codé sur 11 bits).

- Si le TA est de 8 pour l'UE1, à quelle distance de l'eNodeB se trouve-t-il ?
- Si l'UE1 s'éloigne de 124m de l'eNodeB, quel devrait être la valeur du nouveau TA ?
- Quelle distance il y a-t-il entre 2 valeurs successives de TA.

4. TA en 5G :

En 5G le contrôle de temps est réalisé de façon similaire à celle de LTE. La transmission de la trame i uplink doit être anticipée de la valeur $TTA = (N_{TA} + N_{TA\text{ offset}}) \cdot T_c$



T_c est l'unité temps de base sur un system 5G. Sa valeur est donnée par $T_c = [1/(\Delta F_{\max} * N_f)]$, où ΔF_{\max} est l'espacement maximum entre porteuse et N_f la taille de la FFT.

La valeur de $N_{TA\text{ offset}}$ dépend de la bande de fréquence :

Frequency range and band of cell used for uplink transmission	$N_{TA\text{ offset}}$ (Unit: T_c)
FDD in FR1	0
FR1 TDD band	39936 or 25600 (Note 1)
FR2	13792
NOTE 1: The UE identifies $N_{TA\text{ offset}}$ based on the information [TBD] according to [TS38.331].	
NOTE 2: The value of $N_{TA\text{ offset}}$ that applies to the supplementary UL carrier is determined from the non-supplementary UL carrier.	

Table 7.1.2-2: The Value of $N_{TA\text{ offset}}$ (As per 38.133)

La clause 4.2 de la norme TS 138.213 indique que le TA prend des valeurs de 0 à 3846 et $N_{TA} = TA \cdot 16.64 / 2^\mu$ où μ est l'index de numérolgie (de 0 => 15 KHz à 5 => 480 KHz) qui dépend de l'intervalle entre porteuse : Subcarrier spacing (SCS).

1. Donner la valeur de T_c pour $\Delta F_{\max} = 480$ KHz et $N_f = 4096$?
2. Quelle est la valeur de N_{TA} pour un TA de 1 avec un SCS de 15 KHz ?
3. En déduire T_{TA} puis la distance correspondante en FDD sur la bande FR1.
4. Vérifier votre résultat sur <https://5g-tools.com/5g-nr-timing-advance-ta-distance-calculator/>.