Exploitation de la radio logicielle pour le transfert de fréquence et de temps, en particulier sécurisé

Software defined radio time and frequency transfer, including security implications

Porteur(s) : J. Achkar, M. Lours (SYRTE)
Partenaire(s) : J.M. Friedt, G. Goavec-Merou (FEMTO-ST), E. Meyer, F. Meyer (UTINAM)

Résumé du projet en Français :
La radio logicielle donne la maîtrise de l'ensemble de la chaîne de traitement, de l'onde électromagnétique à l'information temporelle. En accédant au signal RF au plus tôt, le logiciel rend le traitement « agile » et adaptable. Permettant l'identification de sources d'interférences, volontaires ou non, il peut contribuer à réduire leur impact sur les résultats. La radio logicielle offre ainsi des degrés de sécurisations inaccessibles par rapport à une chaîne matérielle. Après avoir démontré notre capacité à sécuriser GPS L1 par cette méthode de traitement, nous envisageons d'étendre l'expertise accumulée aux transferts bidirectionnels de temps et de fréquence par satellite (TWSTFT). Nos connaissances sur les codages GPS L5 ou Galileo E5 ainsi que sur l'utilisation de White Rabbit en tant que distribution de références et transfert de données, nous permettront d'enrichir le code et l'architecture à utiliser pour le transfert sur porteuse radiofréquence. Toutes ces techniques de transfert de temps ont en commun :
• La numérisation du signal électromagnétique au plus tôt ;
• La compression d'impulsion par corrélation d'un code pseudo-aléatoire ;
• L'ajustement de l'horloge cadençant le système numérique par l'écart de temps entre le pic de corrélation et une copie locale d'un signal temporel (1 PPS) extrait de l'oscillateur local stable.
Les développements impliquent une symbiose entre les matrices de portes logiques reconfigurables
(FPGA) et un processeur généraliste (CPU). Ce dernier gère un système d'exploitation chargé d'ordonnancer les traitements par l'infrastructure libre GNU Radio, tout en essayant de tirer le meilleur parti des méthodes de synchronisation en temps et de syntonisation en fréquence au cœur des communications numériques modernes (DSL, DAB, DTV).

Abstract in English:
Software defined radio time and frequency transfer, including security implications
Software Defined Radio (SDR) allows control over the full signal processing chain, from the electromagnetic signal to the timing output. By digitizing the radiofrequency (RF) signal as early as possible, software processing provides stability, flexibility and reconfigurability. Such processing techniques provide the means of early detection of jamming and spoofing sources, and hence act on rejecting these interference sources. Security hardly accessible to hardware solutions are hence available. Having demonstrated how SDR allows for securing GPS L1 reception, we consider extending this expertise to two-way satellite time and frequency transfer (TWSTFT). The knowledge on GPS L5 or Galileo E5 coding and the use of White Rabbit as reference distribution as well as data transfer, will allow us to improve the coding schemes and architecter for transfering time and frequency over a radiofrequency carrier. All these time transfer techniques merge with:
• early digitization of the electromagnetic signal;
• pulse compression by correlating pseudo random sequences;
• tuning the clock signal driving the digital system with the time delay between correlation peaks of the received signal with respect to the local copy (1-PPS) generated from the stable local oscillator.
These developments require consistency between the field programmable gate array (FPGA) and general purpose central processing unit (CPU) programming. The latter executes an operating system in charge of scheduling the processing steps thanks to the free opensource GNU Radio framework, while aiming at benefiting from time synchronization and frequency control used in modern digital communication systems (DSL, DAB, DTV).