

Signaux de test pour la prochaine génération TV numérique DVB-T2 déjà disponibles

Avec la nouvelle option codeur temps réel R&S®SFU-K16, le système de test Broadcast R&S®SFU devient le premier générateur de signaux DVB-T2 complet du marché.

HDTV sur les chaînes hertziennes

Au cours des dernières années, les téléviseurs à écran plat ont remplacé les appareils à tube cathodique et les dimensions des écrans deviennent de plus en plus larges. Les 720 × 576 pixels de la norme DVB-T actuelle s'avèrent par conséquent insuffisants. En effet, l'image n'est pas assez fine et présente un aspect « pixelisé ». En outre, les 720 voire 1080 lignes des téléviseurs à écran plat modernes ne sont pas exploitées de façon optimale. Il existe donc une forte demande en programmes HDTV et ce, non seulement pour les transmissions par câble ou satellite mais également sur les canaux VHF-UHF terrestres. Avec la norme DVB-T2, un système de transmission parfaitement adapté a été pour la première fois standardisé à cet effet.

La définition de la norme DVB-T2 a commencé par une étude réalisée par l'organisation DVB en 2006. Le groupe a notamment défini les exigences essentielles suivantes de la norme DVB-T2 par rapport à la DVB-T :

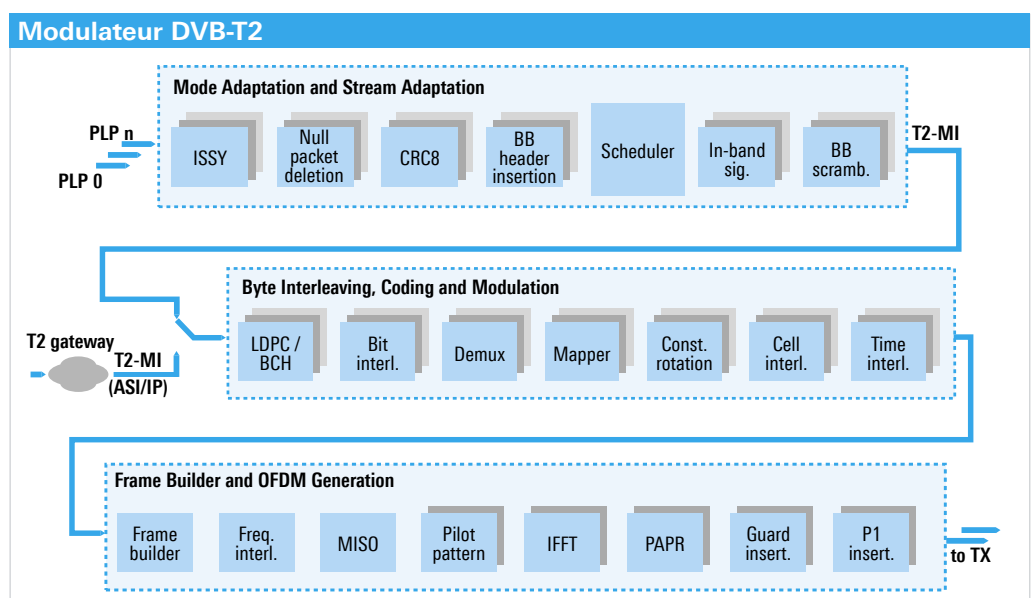
- Au moins 30 % de capacité de transmission en plus

- Mécanisme de protection contre les erreurs spécifiques au programme
- Réutilisation des antennes râteau TNT et des sites d'émission existants
- Réseaux SFN plus performants
- Méthode optionnelle pour réduire le facteur de crête et donc également les coûts d'exploitation des émetteurs

Le résultat de la spécification du standard DVB-T2 a été publié fin Juin 2008 en tant que DVB Bluebook A122 et soumis à l'ETSI pour la normalisation formelle [1] dont l'achèvement est attendu avant fin 2009.

La figure 1 illustre le schéma bloc d'un modulateur DVB-T2. Les programmes à transmettre sont fournis sous forme de train de transport (MPEG-2 ou flux générique). Dans un premier bloc « Mode Adaption and Stream Adaption », un prétraitement et l'organisation temporelle des paquets de données sont effectués avant d'atteindre le modulateur proprement dit en passant par le « Modulator Interface » (T2-MI). Puis l'unité fonctionnelle « Byte Interleaving, Coding and Modulation » ajoute la protection contre les erreurs. Enfin, le troisième bloc

Fig. 1 Schéma d'un modulateur DVB-T2. Correspond en principe également au fonctionnement de la nouvelle option codeur temps réel R&S®SFU-K16.



Le **Système de test Broadcast R&S®SFU** est solidement établi comme source de signaux de référence pour les standards de radiodiffusion et TV dans l'industrie de l'électronique grand public. L'offre des standards de diffusion est en constante évolution : en 2008, deux nouvelles options codeur ont été introduites pour les normes CMMB et DVB-SH [2] et il est maintenant, avec l'option codeur temps réel R&S®SFU-K16, le premier générateur de signaux DVB-T2 complet du marché.



« Frame Builder and OFDM Generation » génère les symboles OFDM et transpose le signal à la fréquence d'émission. La figure 1 montre également le fonctionnement de la nouvelle option codeur temps réel DVB-T2 R&S®SFU-K16.

Combinaison de technologies éprouvées et novatrices

Il n'était bien évidemment pas nécessaire de redéfinir tous les blocs fonctionnels pour la norme DVB-T2. Les technologies utilisées pour le DVB-T2 peuvent être divisées en trois catégories. Tout d'abord, les technologies utilisées en DVB-T ont été perfectionnées de façon conséquente. Ainsi, le DVB-T2 utilise – comme presque tous les systèmes TV numériques terrestres – une modulation OFDM qui, par rapport au DVB-T, a cependant été complétée par une constellation 256QAM et les modes FFT 16k et 32k plus longs. Cela permet d'augmenter le débit de données et avec un intervalle de garde de même longueur, de réduire les overheads. L'option DVB-T2 R&S®SFU-K16 supporte aussi bien la constellation 256QAM que les modes FFT plus longs. En plus des concepts éprouvés de DVB-T, le DVB-T2 utilise également les technologies des autres normes DVB. Il s'agit notamment de la protection contre les erreurs par codage LDPC, développée à l'origine pour la DVB-S2, ainsi que de l'utilisation des « Baseband-Frames ». L'option DVB-T2 R&S®SFU-K16 peut générer tous les taux de codage LDPC de la norme DVB-T2.

Mais en DVB-T2, outre les technologies bien connues et très avancées également dans l'ingénierie de diffusion, des concepts entièrement nouveaux sont mis en œuvre. Ainsi, le DVB-T2 permet pour la première fois de réaliser une protection contre les erreurs spécifique au programme. Cela signifie qu'un opérateur peut choisir pour chaque programme à transmettre un équilibre entre le débit et la fiabilité de transmission. Le codeur attribue aux programmes des « PLP » (Physical

Layer Pipes) dont les paramètres de codage peuvent être réglés individuellement. Cela permet, par exemple, de doter les services des programmes de base SDTV d'une protection contre les erreurs forte alors que les programmes TV-HD peuvent être transmis à des débits élevés sur le même canal RF avec une protection plus faible.

Le principe est illustré en figure 2. Le récepteur ne décode que le contenu du PLP souhaité et ignore le reste. L'option DVB-T2 R&S®SFU-K16 permet actuellement la modulation d'un PLP (Single-PLP-Modus, fig. 3). Dans une version firmware ultérieure, l'option sera étendue au mode Multi-PLP.

Réduction du facteur de crête et rotation des constellations

Les signaux OFDM présentent généralement un facteur de crête élevé. Cela réduit le degré d'efficacité de l'émetteur et par conséquent, augmente les coûts d'exploitation car l'émetteur doit être conçu pour pouvoir gérer la puissance de crête du signal. La norme DVB-T2 définit deux toutes nouvelles techniques pour réduire le facteur de crête du signal de transmission. A cet effet, le modulateur DVB-T2 peut modifier le signal DVB-T2, soit par modulation appropriée des porteuses OFDM non utilisées (Reserved Tones), soit en décalant les

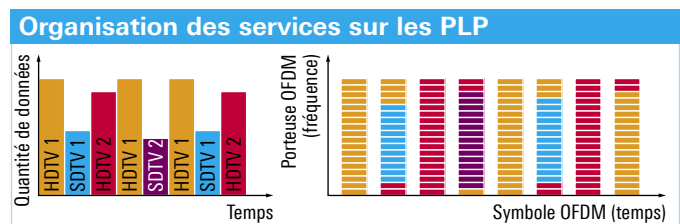


Fig. 2 Le récepteur ne décode que le contenu du PLP souhaité et ignore le reste.

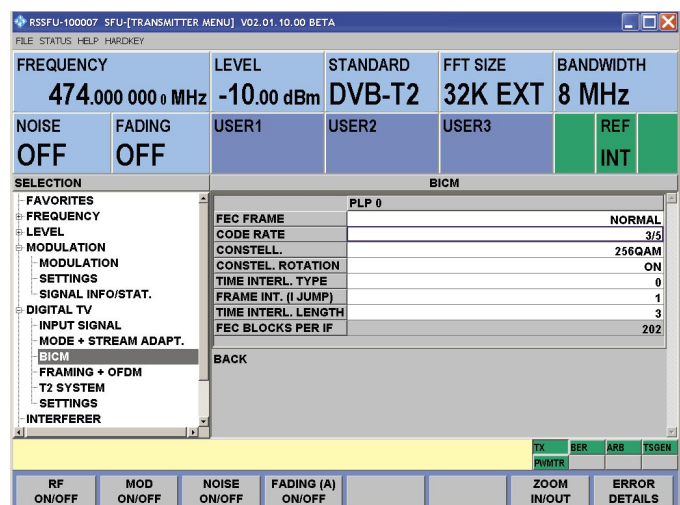


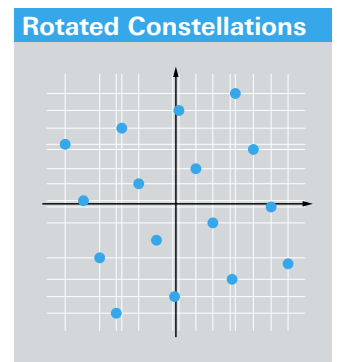
Fig. 3 Single PLP Coding et menu de la modulation de l'option codeur temps réel R&S®SFU-K16.

points de la constellation (Adaptive Constellation Extension), de sorte que des valeurs de crête plus faibles se produisent. Etant donné qu'elles nécessitent un coût de calcul relativement élevé, ces deux méthodes sont définies comme facultatives dans la norme DVB-T2. L'option DVB-T2 R&S®SFU-K16 peut simuler la méthode Reserved-Tones. Une autre technique tout à fait nouvelle pour le DVB-T2 est utilisée pour la première fois en ayant recours à une méthode appelée rotation de constellation. Le modulateur effectue alors une rotation d'un certain angle du diagramme de constellation par rapport au système de coordonnées I/Q (fig. 4). De ce fait, une partie de l'information I se transpose sur l'axe Q et inversement. De plus, l'information Q est transmise retardée de quelques longueurs de symbole, de sorte que les valeurs I et Q correspondantes ne sont pas transmises avec le même symbole et ne se trouvent donc pas sur la même porteuse OFDM. Ces deux mesures (Q-delayed Rotated Constellation) permettent ensemble la reconstruction d'un symbole, même si la porteuse OFDM correspondante est entièrement perturbée. Elles augmentent ainsi nettement la fiabilité de la transmission dans le canal sélectif. L'option DVB-T2 R&S®SFU-K16 supporte la rotation facultative pour toutes les constellations de la norme DVB-T2.

Développement de récepteurs DVB-T2 avec le Système de test Broadcast R&S®SFU

Ainsi dispose-t-on avec le DVB-T2 d'une norme qui permet la transmission efficace des services TV-HD terrestres. Pour les rendre accessibles aux téléspectateurs, c'est maintenant, outre les diffuseurs, les industries de l'électronique grand public qui se trouvent au défi de mettre en temps voulu des récepteurs DVB-T2 fiables sur le marché. Les premiers appareils seront certainement des Set-Top-Box qui décodent les signaux DVB-T2 pour les téléviseurs existants. Similaire à ce qui se produit pour la DVB-T et le DVB-C, les tuners DVB-T2 seront de plus en plus intégrés au téléviseur grâce à

Fig. 4 Diagramme de constellation décalé pour 16QAM: le modulateur effectue une rotation d'un certain angle par rapport au système de coordonnées I/Q.



la diffusion croissante des signaux DVB-T2 et à la baisse des coûts de fabrication. Le Système de test Broadcast R&S®SFU est avec la nouvelle option codeur temps réel DVB-T2 R&S®SFU-K16P parfaitement approprié pour le développement et le test des récepteurs DVB-T2. Il est en effet un outil indispensable pour le développement de récepteurs TV numériques et ce, non seulement pour la génération du signal proprement dite mais aussi grâce à son simulateur de fading, son générateur de bruit et son simulateur pour la perturbation des canaux adjacents intégrés. Cette fonctionnalité de simulation notamment est la grande force du Système de test Broadcast R&S®SFU. L'option fading à 40 trajets et l'option de gestion de perturbateurs peuvent simuler de façon reproductible pratiquement toutes les conditions de canal possibles. Les options Générateur de bruit ne produisent pas que du bruit blanc mais également du bruit impulsionnel et du bruit de phase. En particulier, le bruit de phase est une grandeur critique pour le nouveau mode FFT 32k et la constellation 256QAM du DVB-T2. Le Système de test Broadcast R&S®SFU comprend ainsi tout ce qui est nécessaire au développement et au test des récepteurs DVB-T2.

Peter Lampel

Bibliographie

- [1] DVB Document A122: Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).
- [2] Signaux de test pour les nouveaux systèmes TV mobiles CMMB et DVB-SH. Actualités (2008) N° 198, p. 65–69.

Première exploitation régulière DVB-T2 en Angleterre

Comme en son temps lors de l'introduction du DVB-T, le diffuseur britannique BBC joue également avec le DVB-T2 un rôle de premier plan. Ainsi commence fin 2009 dans le nord-ouest de l'Angleterre – dans la région de Manchester, Liverpool et Preston – la première exploitation DVB-T2 régulière au niveau mondial. Un multiplex avec trois programmes HDTV de la BBC, ITV et Channel 4 sera ainsi diffusé à partir de l'émetteur Winter Hill dans le Lancashire, d'autres régions devant suivre jusqu'à la Coupe du monde de football 2010. Il est nécessaire pour l'opérateur de disposer d'un débit de données élevé pour ses services de HDTV. La figure 5 montre une vue d'ensemble des paramètres de codage proposés, conçus pour des taux de données élevés. Avec ces paramètres, le DVB-T2 atteint une augmentation fulgurante de son débit avoisinant 50 % par rapport à la DVB-T. L'utilisation d'un codage de source puissante avec H.264 et HE-AAC permet d'augmenter encore plus le débit utile.

Paramètres	DVB-T	DVB-T2
Modulation	64QAM	256QAM
FFT size	2k	32k
Guard interval	1/32	1/128
FEC	2/3 CC + RS	3/5 LDPC + BCH
Scattered pilots	8,3 %	1,0 %
Continual pilots	2,0 %	0,53 %
L1 overhead	1,0 %	0,53 %
Carrier mode	standard	extended
Capacity	24,1 Mbit/s	36,1 Mbit/s

Fig. 5 Tableau récapitulatif des paramètres d'encodage DVB-T et DVB-T2 utilisés en Grande-Bretagne.