

Gap Fillers

Αναμεταδότες Επίγειας Ψηφιακής TV

Transmodulators

Λήψη DVB-S2 από δορυφόρο, εκπομπή DVB-T

Όπως είδαμε στα προηγούμενα άρθρα, η χρήση μεταηλεκτρικών μέσω IF και η τεχνολογία της αναγέννησης του σήματος είναι η κλασικές μέθοδοι για να μεταφέρουμε ένα ψηφιακό stream σε μια νέα συχνότητα.

Στην ψηφιακή εποχή όμως δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε νέες ελεύθερες συχνότητες για τις τηλεοπτικές αναμεταδόσεις, αλλιώς μόνο αυτές που έχουν επίσημα αποδοθεί για το κάθε allotment. Μετά από τα Echo Cancellers, η δορυφορική λήψη έρχεται να μας δώσει άλλη μία βολική και αξιόπιστη λύση στη νέα αυτή τεχνολογική πρόκληση.

Στα πρώτα άρθρα αυτής της σειράς, δείξαμε ποιες θα είναι οι αντικειμενικές ανάγκες που θα δημιουργηθούν μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των 156 ψηφιακών ΚΕ που περιλαμβάνονται στην κυβερνητική απόφαση και θα καλυφθούν από τους παρόχους δικτύου. Δηλαδή θα εξακολουθούν να υπάρχουν περίπου 1.200-1.500 "αδικημένες" περιοχές που δεν θα έχουν κάλυψη από τους 156 βασικούς πομπούς και θα χρειαστούν αντίστοιχα Gap Fillers μικρής ισχύος ώστε οι κάτοικοι τους να δουν ψηφιακή τηλεόραση και να καθαρίσει πλήρως το φάσμα από τις αναλογικές εκπομπές.

Στα επόμενα άρθρα εξετάστηκαν οι διάφορες επιλογές αναμετάδοσης από την αναλογική εποχή και πως εξελίχθηκε για την ψηφιακή εποχή η πιο κλασική μέθοδος αναμετάδοσης για τα ψηφιακά streams DVB-T με διπλή μεταλλαγή μέσω IF.

Αναλύθηκε επίσης η τεχνική της αναγέννησης του ψηφιακού stream για τις ανάγκες μιας αναμετάδοσης, όταν το σήμα λήψης δεν έχει άριστες προδιαγραφές.

Στο άρθρο του προηγούμενου τεύχους, μπήκαμε στο ουσιαστικό κομμάτι που έχει σχέση με την σημερινή πραγματικότητα, είδαμε δηλαδή την μία από τις δύο τεχνικές επανεκπομπής ενός ψηφια-



Το πρόβλημα στην επίγεια λήψη

κού stream στο ένα και μοναδικό επίσημα επιτρεπόμενο κανάλι για κάθε allotment – την τεχνική των Echo Cancellers.

Στο άρθρο που περιέχεται σε αυτό το τεύχος, αναλύουμε την τεχνική της επανεκπομπής του ψηφιακού stream στο επίσημα επιτρεπόμενο κανάλι για κάθε allotment, όταν η λήψη μας γίνεται από δορυφόρο – εξετάζουμε δηλαδή την χρήση των transmodulators DVB-S/S2 σε DVB-T.

Η τροφοδοσία των επίγειων πομπών μέσω δορυφόρου

Την παλιά εποχή οι μεγάλοι πομποί στα Κέντρα Εκπομπής, έπαιρναν σήμα με κάποια ζεύξη – συνήθως με link και αργότερα με οπτική ίνα. Όλοι όμως οι μικρότεροι αναμεταδότες έπαιρναν τροφοδοσία σήματος από ένα μεγάλο πομπό ή από ένα προηγούμενο αναμεταδότη. Πάντα δηλαδή η τροφοδοσία σήματος των μικρών αναμεταδοτών γινόταν από επίγεια λήψη, επομένως οι αναμεταδότες μπορούσαν να τοποθετηθούν μόνο σε κάποιο σημείο όπου θα μπορούσαμε να έχουμε ικανοποιητικό σήμα λήψης, ώστε να είναι δυνατό να το αναμεταδώσουμε.

Την περασμένη δεκαετία και παράλληλα με την ωρίμανση της τεχνολογίας DVB-S για τις δορυφορικές εκπομπές, η οποία έφερε μια σημαντική μείωση του κόστους για δορυφορική εκπομπή, όλα τα επίγεια ελληνικά ελεύθερα κανάλια, μπόρεσαν να φορτωθούν στον δορυφόρο HotBird, οπότε προέκυψε μια νέα εξαιρετική δυνατότητα: να χρησιμοποιήσουμε τη δορυφορική λήψη σαν σήμα τροφοδοσίας των επίγειων αναλογικών αναμεταδοτών της εποχής.

Πραγματικά, η νέα αυτή επιλογή μας εξασφάλιζε δύο σημαντικά πλεονεκτήματα:

1. Είχαμε πάντα σταθερή και καλή λήψη, χωρίς να εξαρτόμαστε από την ποιότητα του σήματος λήψης που παίρναμε από τον προηγούμενο αναμεταδότη ή την αδιάλειπτη τροφοδοσία από τη ΔΕΗ σε όλη την αλυσίδα των επίγειων αναμεταδοτών πριν από εμάς.
2. Για πρώτη φορά μπορούσαμε να στήσουμε τους αναμεταδότες μας στο σημείο που κάλυπτε καλά την περιοχή που μας ενδιέφερε, χωρίς να μας ενδιαφέρει αν σε αυτό το σημείο έχουμε επίγεια λήψη από κάποιο άλλο αναμεταδότη. Ο ουρανός είναι πάντα ανοιχτός, επομένως ακόμα και αν έπρεπε να καλύψουμε μια κλειστή κοιλάδα με βουνά γύρω-γύρω, η λύση ήταν απλή.

Πραγματικά οι γνωστές κάρτες R με τις οποίες προμήθευε η Nova τα δημόσια και ιδιωτικά κανάλια, τα οποία με τη σειρά τους προ-

μήθευαν τις τοπικές αρχές, έδωσαν την εποχή της αναλογικής αναμετάδοσης μια εξαιρετικά εύκολη και βολική λύση.

Με το πέρασμα στην ψηφιακή εποχή εμφανίστηκε ξανά το ίδιο δίλημμα στους παρόχους δικτύου. Ή θα έπρεπε να μεταφέρουν στις κορυφές των βουνών τη βασική τροφοδοσία των streams με οπτική ίνα ή θα έπρεπε να φορτώσουν το ψηφιακό περιεχόμενο σε ένα δορυφόρο, ώστε από αυτόν να τροφοδοτήσουν όλα τα Κέντρα Εκπομπής.

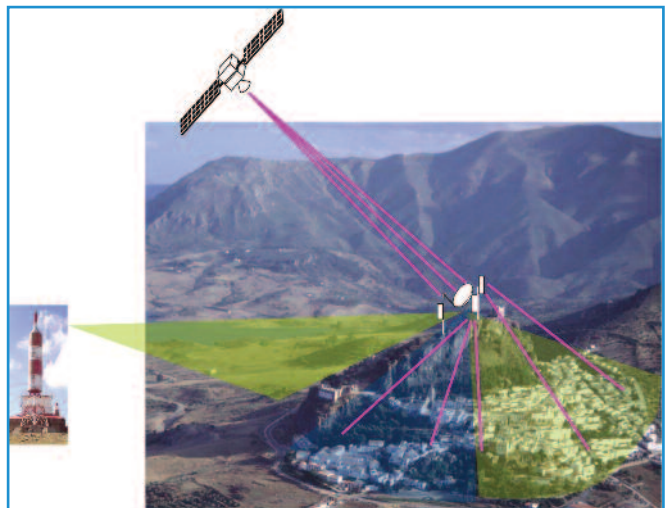
Τα πρώτα Κέντρα Εκπομπής τροφοδοτήθηκαν με οπτική ίνα και φάνηκε καθαρά πως το κόστος ήταν μεγάλο και για την εγκατάσταση της ίνας, αλλά και για τη χρήση της στη διάρκεια του χρόνου.

Η επιλογή της δορυφορικής τροφοδοσίας ήταν πλέον μονόδρομος και για την EPT και για τη Digea και για την NetMed. Η αξία αυτής της επιλογής φαίνεται από το γεγονός ότι με το κλείσιμο της EPT έκλεισε και το feed από το δορυφόρο, έτσι η ψηφιακή μετάβαση για την Δημόσια Τηλεόραση στην Κρήτη δεν ολοκληρώθηκε ποτέ (υπάρχει μόνο η τροφοδοσία από Nova), ενώ για να συμμετάσχει η Δημόσια Τηλεόραση στο ASO της Καλαμάτας, πέραστηκε υποχρεωτικά (και με μεγάλο κόστος) μια προσωρινή οπτική ίνα.

Μετά από τις πρώτες δοκιμές για αυτή τη ζεύξη σε διάφορους άλλους δορυφόρους, αυτός ο οποίος τελικά επιλέχτηκε είναι ο Eutelsat 3E, στις 3ο ανατολικά. Εκτός από τα δύο streams της Digea και το ένα της Nova, σε αυτό το δορυφόρο βρισκόταν και η τροφοδοσία της EPT, ενώ λογικά σε αυτόν αναμένεται να ανέβει πολύ σύντομα και η τροφοδοσία για τα δύο streams της Δημόσιας Τηλεόρασης.

Κωδικοποίηση σημάτων

Πολλοί αναρωτούνται γιατί αυτά τα σήματα είναι κωδικοποιημένα με το σύστημα BISS και όχι ελεύθερα, αφού το περιεχόμενό τους είναι ελεύθερο στην επίγεια μετάδοση. Ο λόγος είναι απλός: το κάθε κανάλι αγοράζει τα δικαιώματα μιας διεθνούς αθλητικής εκδήλωσης, μιας ταινίας ή μιας τηλεοπτικής σειράς, μόνο για την χώρα μας και πληρώνει δικαιώματα μόνο για την Ελλάδα. Επειδή όμως η μετάδοση μέσω δορυφόρου δεν μπορεί να περιοριστεί στα γεω-



Η λύση με απρόσκοπτη λήψη από το δορυφόρο

γραφικά όρια μιας χώρας, αν η εκπομπή ήταν εντελώς ελεύθερη θα μπορούσε να δει το περιεχόμενο ελεύθερα οποιοσδήποτε είχε λήψη από το συγκεκριμένο δορυφόρο – επομένως τα κανάλια θα είχαν πρόβλημα με τους παρόχους αυτού του ειδικού περιεχομένου των αθλητικών εκδηλώσεων και των τραπεζών ταινιών.

Η προφανής λύση ήταν η κωδικοποίηση των εκπομπών από το δορυφόρο με την απλή και φτηνή κωδικοποίηση BISS, αφού στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν έχουμε να κάνουμε με εμπορική πλατφόρμα που πουλά το περιεχόμενο και φοβάται την πειρατεία.

Όλες οι εκπομπές του ίδιου stream σε ένα allotment, πρέπει να χρησιμοποιούν τον ίδιο δίαυλο εκπομπής

Την εποχή των αναλογικών αναμεταδόσεων τα πράγματα ήταν απλά. Κάναμε τη λήψη από το δορυφόρο, επιλέγαμε ένα άδειο κανάλι στην περιοχή και εκεί συντονίζαμε τα κυκλώματα εξόδου. Στην ψηφιακή εποχή όμως τα πράγματα είναι διαφορετικά και είναι επιβεβλημένο όλες οι εκπομπές του ίδιου stream σε ένα allotment να χρησιμοποιούν τον ίδιο (ορισμένο από την πολιτεία) δίαυλο εκπομπής.

Στο προηγούμενο άρθρο περιγράψαμε όλη τη διαδικασία και αναφέραμε τη σχετική νομολογία η οποία καθορίζει επακριβώς τις συχνότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε allotment και την τεχνολογία SFN (Single Frequency Network) που πρέπει να εφαρμοστεί σε όλα τα Κέντρα Εκπομπής που περιλαμβάνονται στο ίδιο allotment.

Είδαμε επίσης πως μπορούμε να το πετύχουμε αυτό με Echo Cancellers όταν η λήψη μας είναι επίγειο κανάλι.

Είναι φανερό ότι η λήψη από δορυφόρο απλοποιεί ακόμα περισσότερο τα πράγματα, αφού δεν χρειάζεται να ανησυχούμε για το επίπεδο της στάθμης του σήματος επίγειας λήψης, την καθαρότητα

του, την απομόνωση μεταξύ των κεραιών εκπομπής/λήψης κλπ (για λεπτομέρειες βλέπε το προηγούμενο τεύχος του περιοδικού). Για λήψη από δορυφόρο το μόνο που χρειαζόμαστε πλέον, είναι να χρησιμοποιήσουμε και να ρυθμίσουμε σωστά ένα transmodulator DVB-S/S2 σε DVB-T.

Αρχές λειτουργίας των Transmodulators

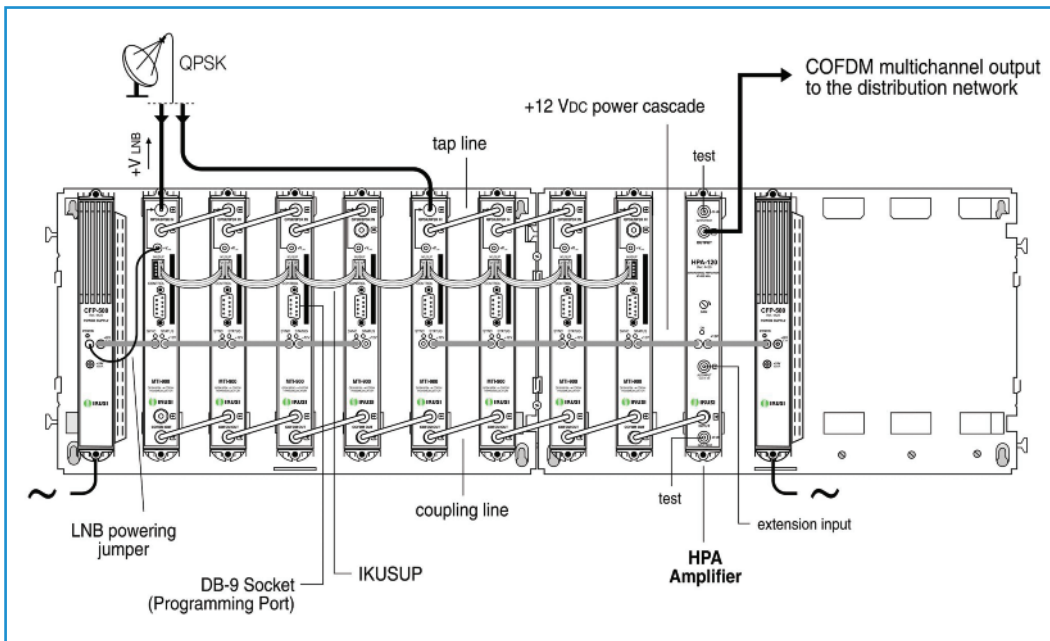
Όταν το stream που θέλουμε να αναμεταδώσουμε βρίσκεται σε δορυφόρο, η καλύτερη επιλογή μας είναι να χρησιμοποιήσουμε transmodulators DVB-S/S2 → DVB-T, διατηρώντας όλες τις υπηρεσίες που βρίσκονται στο δορυφορικό stream (video, όλα τα audio, το EPG, πιθανό περιεχόμενο HD, κλπ).

Αν προσπαθήσουμε να περιγράψουμε απλοϊκά ένα transmodulator, μπορούμε να πούμε ότι περιλαμβάνει ένα δορυφορικό δέκτη και ένα ψηφιακό διαμορφωτή.

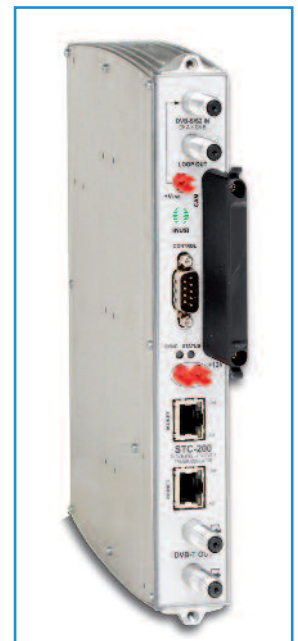
Στην πραγματικότητα όμως ο δορυφορικός του δέκτης, δεν αποδιαμορφώνει ένα μόνο κανάλι του stream, αλλά ολόκληρο το περιεχόμενό του. Δεν μας δίνει στην έξοδο του V/A, αλλά αφαιρώντας την υψηλή συχνότητα, παίρνουμε όλη την πολυπλεξία σε ροή δεδομένων μορφής ASI με όλα τα κανάλια και όλες τις υπηρεσίες που περιλαμβάνει το κάθε κανάλι.

Ο ψηφιακός διαμορφωτής του transmodulator παίρνει αυτή τη ροή δεδομένων της πολυπλεξίας, παρέχοντας μας τη δυνατότητα να επιλέξουμε πόσα και ποια από τα περιλαμβανόμενα κανάλια & υπηρεσίες θέλουμε να κρατήσουμε και την διαμορφώνει σε DVB-T με τις τιμές που εμείς θα επιλέξουμε για τις παραμέτρους Constellation, Code Rate, Guard Interval.

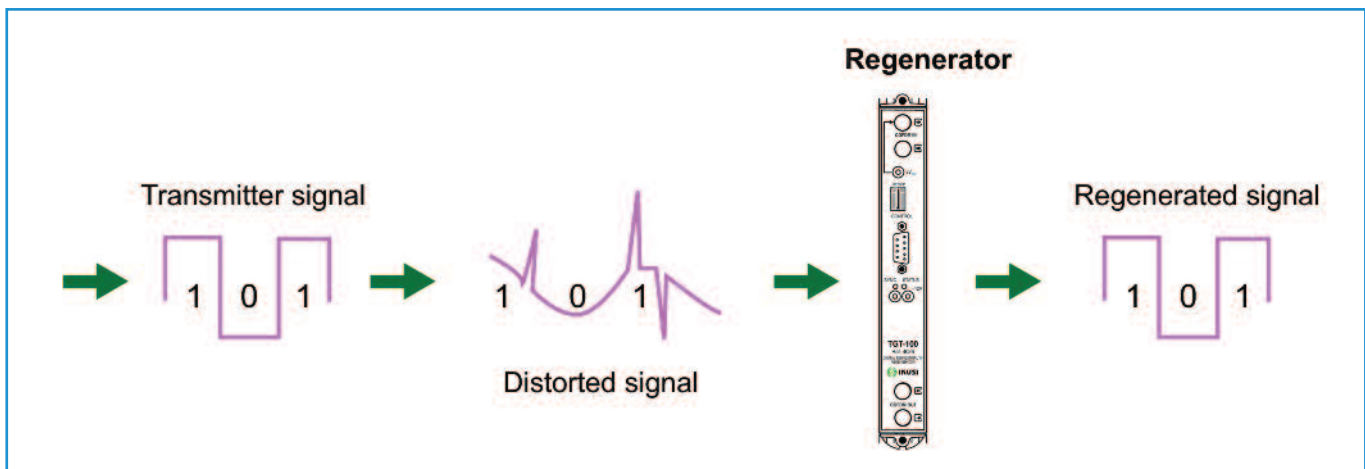
Αξίζει να σημειώσουμε ότι ένα transmodulator DVB-S/S2 → DVB-T, είναι ταυτόχρονα και αναγεννητής του σήματος, έτσι ακριβώς



Σύνθεση με οκτώ transmodulators & driver



Επαγγελματικό transmodulator DVB-S/S2 → DVB-T



Η διαδικασία αναγέννησης ενός ποιοτικά κακού σήματος

όπως το περιγράψαμε στο άρθρο που αφορούσε τους αναγεννητές (regenerators). Δηλαδή, αρκεί το δορυφορικό σήμα να έχει στη λήψη ένα στοιχειώδες επίπεδο και ποιότητα, ώστε το transmodulator να μας δώσει στην έξοδο του άριστες τιμές MER, CBER, VBER, C/N κλπ – σχεδόν ίδιες με αυτές που έχει όταν βγαίνει από την κεντρική πολυπλεξία του παρόχου.

Όταν όμως πρόκειται να βγάλουμε το περιεχόμενο της εξόδου ενός transmodulator στον αέρα, είναι πολύ σημαντικό να ορίσουμε όλες τις παραμέτρους εκπομπής (Constellation, Code Rate, Guard Interval) ίδιες με αυτές των υπόλοιπων πομπών της περιοχής – σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να κάνουμε αυθαίρετο ορισμό των παραμέτρων όπως κάνουμε σε ένα κλειστό δίκτυο, ξενοδοχείο κλπ. Αν δηλαδή η Δ.Τ. χρησιμοποιεί στην περιοχή: Constellation = 64QAM, Code Rate = 2/3 & Guard Interval = 1/4, θα πρέπει και εμείς να χρησιμοποιήσουμε τα ίδια ακριβώς settings.

Το ίδιο και για την Digea: αν χρησιμοποιεί στην περιοχή Constellation = 16QAM, Code Rate = 3/4 & Guard Interval = 1/8, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τις ίδιες ακριβώς παραμέτρους για τα δικά της streams.

Αποκωδικοποίηση του σήματος

Το δορυφορικό σήμα είναι κωδικοποιημένο στη λήψη του, όμως η έξοδος ενός αναμεταδότη θα πρέπει να προσφέρει το σήμα σε ελεύθερη μορφή, ώστε οι κάτοικοι της περιοχής να μπορούν να το λαμβάνουν χωρίς πρόσθετο εξοπλισμό.

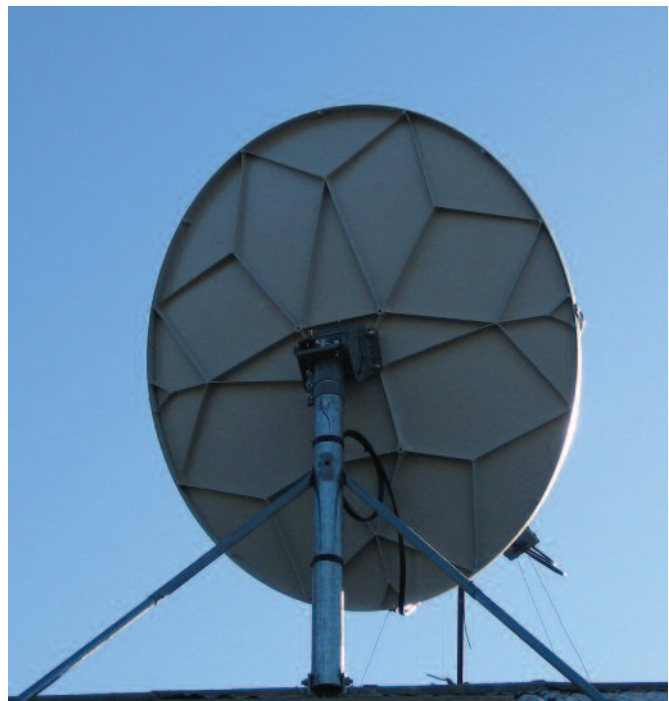
Η λύση είναι απλή, αρκεί να πάρουμε υπ' όψη μας τα εξής:

1. Το transmodulator που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διαθέτει Common Interface για να μπορεί να δεχτεί ένα CAM BISS.
2. Το CAM BISS που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι Professional και όχι απλό. Τα απλά CAM μπορούν να αποκωδικοποιήσουν μόνο ένα κανάλι, τα Professional CAM μπορούν να αποκωδικοποιήσουν πολλά κανάλια ταυτόχρονα, επομένως για το κάθε steam θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε μέσα στο Common Interface του transmodulator ένα **Professional BISS CAM** που θα μπορεί να αποκωδικοποιήσει ταυτόχρονα τα 4 κανάλια που περιλαμβάνει το stream.
3. Το Professional BISS CAM που θα χρησιμοποιήσουμε, είναι κα-

λό να προέρχεται από ένα γνωστό και αξιόπιστο κατασκευαστή, ώστε να αποφύγουμε μελλοντικές δυσλειτουργίες του συστήματος. Θα πρέπει επίσης να μπορεί να δεχτεί εύκολα πρόσθετα κλειδιά από τον εγκαταστάτη, για την περίπτωση που προστεθούν περισσότερα streams και κανάλια στον ίδιο δορυφόρο ή χρειαστεί να αλλάξουν τα υφιστάμενα.

Μερικές **βασικές συστάσεις** για την εγκατάσταση του κατόπτρου: Η λήψη από δορυφόρο είναι ο ευκολότερος τρόπος να πάρουμε το πρωτογενές σήμα, έχει όμως κάποια μικρά μειονεκτήματα. Το βασικό είναι ότι κάτω από ιδιαίτερες καιρικές συνθήκες (κυρίως σε πολύ βαριά βροχοπτώση), μπορεί να έχουμε μεγάλη εξασθένηση του δορυφορικού σήματος και απώλεια λήψης.

Όπως είδαμε και νωρίτερα, τα transmodulators DVB-S/S2 -> DVB-T είναι ταυτόχρονα και αναγεννητές της ποιότητας του αρχικού σήματος, βάζουν στη θέση τους πακέτα πληροφοριών που χά-





Professional BISS CAM της SMiT για ταυτόχρονη αποκωδικοποίηση 4 καναλιών

θηκαν και διορθώνουν τις τιμές MER & CBER. Για να το πετύχουν όμως αυτό, θα πρέπει η ποσότητα του λαμβανόμενου σήματος να μην πέσει κάτω από κάποιο όριο και σε πολύ βαριά βροχοπτώση μπορεί να έχουμε πτώση του σήματος κάτω από το όριο.

Για να ελαχιστοποιήσουμε λοιπόν τις πιθανότητες διακοπής λήψης, θα πρέπει να επιλέγουμε πάντα ένα κάτοπτρο μεγαλύτερης διαμέτρου από το τυπικό που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε οικιακή χρήση για τη λήψη του ίδιου δορυφόρου. Αν δηλαδή σε οικιακή χρήση χρησιμοποιούμε κάτοπτρο 80 cm, στην επαγγελματική εγκατάσταση θα πρέπει να βάλουμε κάτοπτρο ενός μέτρου ή και μεγαλύτερο.

Παράλληλα θα πρέπει να κάνουμε την εγκατάσταση του κατόπτρου με μεγάλη προσοχή, επιτυγχάνοντας το μέγιστο λήψης στις τιμές CBER και όχι στη στάθμη. Είναι αυτονόητο τέλος ότι επειδή οι καιρικές συνθήκες σε ένα βουνό είναι πολύ πιο δύσκολες, θα πρέπει η ποιότητα κατασκευής του κατόπτρου και του LNB να είναι η καλύτερη δυνατή και ο τρόπος εγκατάστασης να προσφέρει μεγαλύτερη από το συνηθισμένη σταθερότητα.

Εάν η εγκατάσταση του Gap Filler γίνεται σε περιοχή με μεγάλο υψόμετρο και κυρίως στην ηπειρωτική χώρα, όπου εκτός από μεγάλες χιονοπτώσεις έχουμε συχνή δημιουργία πάγου, θα είναι καλό να χρησιμοποιήσουμε κάτοπτρο με random, ενώ σε πολύ δύσκολες οριακές καταστάσεις θα πρέπει να σκεφτούμε την πιθανότητα τοποθέτησης θερμαινόμενου κατόπτρου.

Γενικά, το κάτοπτρο είναι το πιο οικονομικό μέρος ενός Gap Filler, επομένως είναι σκόπιμο να μην κάνουμε καμία οικονομία σε αυτό το τμήμα της εγκατάστασης, εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή και σταθερότερη λήψη, για να οδηγηθεί σωστά όλη η εγκατάσταση.

Συμπεράσματα

Η αναμετάδοση του επίγειου ψηφιακού σήματος με transmodulators (λήψη μέσω δορυφόρου) και διατηρώντας την ίδια συχνότητα εκπομπής με τους άλλους πομπούς της περιοχής, είναι μια έξυπνη τεχνολογία που μας εξασφαλίζει το προσ απαιτούμενο από την πολιτεία, δηλαδή τη χρήση μόνο των προβλεπόμενων συχνοτήτων σε κάθε allotment και όχι πρόσθετων.

Η λήψη από δορυφόρο είναι η καλύτερη δυνατή επιλογή, δεδομέ-

νου ότι μας εξασφαλίζει άμεση λήψη από την πηγή, είναι διαθέσιμη σε οποιαδήποτε τοποθεσία, καλύπτει σωστά την περιοχή που θέλουμε να καλύψουμε, δεν απαιτεί την τοποθέτηση του Gap Filler σε κάποια δυσπρόσιτη περιοχή που χρειάζεται κατασκευή νέας υποδομής, μεταφορά τροφοδοσίας ρεύματος κλπ, ενώ ο ... ουρανός είναι πάντα ανοικτός προσφέροντας εύκολη λήψη από το δορυφόρο.

Επομένως η λύση των transmodulators είναι η σοβαρότερη επιλογή μας για τις επείγουσες ψηφιακές αναμεταδόσεις όλων των καναλιών που βρίσκονται σε δορυφόρο. Gap Fillers με Echo Cancellers θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε μόνο εάν το stream που θέλουμε να αναμεταδώσουμε υπάρχει μόνο σε επίγεια λήψη και όχι στο δορυφόρο. Σε κάθε άλλη περίπτωση τα transmodulators είναι η καλύτερη λύση.

Σε όλη αυτή τη σειρά άρθρων είδαμε τις τεχνολογίες επεξεργασίας του σήματος λήψης, τις τεχνολογίες με τις οποίες θα οδηγήσουμε με σωστό σήμα τις μονάδες εξόδου ενός Gap Filler και των συστημάτων ακτινοβολίας της ισχύος.

Στο επόμενο άρθρο θα δούμε με πολλές λεπτομέρειες:

- τι είναι το δίκτυο SFN και γιατί είναι απαραίτητος ο συγχρονισμός των πομπών μεταξύ τους με GPS,
- ποιες είναι οι μέγιστες αποστάσεις στις οποίες μπορούμε να επιτύχουμε συγχρονισμό, σε συνάρτηση με την τιμή της παραμέτρου GI (Guard Interval),
- σε ποιες περιπτώσεις είναι απαραίτητος ο συγχρονισμός των πομπών,
- με ποιες προϋποθέσεις μπορούν να εγκατασταθούν Gap Fillers στα οποία δεν θα είναι απαραίτητος ο συγχρονισμός τους μέσω GPS,
- τι είδους μονάδες ισχύος χρειαζόμαστε για την εκπομπή του σήματος,
- ποια ακτινοβολούμενη ισχύς απαιτείται για να καλύψουμε μια δεδομένη απόσταση,
- πως μπορούμε να υπολογίσουμε την κάλυψη για περισσότερες από μία κατευθύνσεις,
- πως μπορούμε να παίξουμε συμφασικά με τις κεραίες εκπομπής ώστε να επιτύχουμε ασύμμετρες καλύψεις για περιοχές με διαφορετική απόσταση,
- πότε απαιτείται ένα linear για κάθε stream και πότε μπορούμε να πολυπλέξουμε κάποια streams ώστε να τα οδηγήσουμε στο κεραιούσστημα με ένα linear,
- πότε απαιτείται να χρησιμοποιήσουμε σε συμφασική ζεύξη περισσότερα από ένα linear, ώστε να επιτύχουμε μεγαλύτερη ονομαστική ισχύ με μικρότερο κόστος ...
- Σε ποιες περιπτώσεις είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσουμε μονάδες εξόδου σύνθετης αντίστασης 50 Ohm και σε ποιες περιπτώσεις είναι πιο αποδοτικά τα 75 Ohm.

Όλα τα παραπάνω και αρκετά ακόμα θα τα μελετήσουμε στα επόμενα άρθρα, χρησιμοποιώντας και πολλά πρακτικά παραδείγματα εφαρμογής. ■