Γράφει ο Παύλος Κερασίδης

HD μετάδοση στο παγκόσμιο πρωτάθλημα Motocross

MX1, MX2, MX3 και WMX μέσω HD DVB-T…

Σκόνη, ένταση, ταχύτητα, αδρεναλίνη, άλματα… Γιατί όλα αυτά να περιορίζονται από την αναλογική τεχνολογία στο τοπικό καλωδιακό δίκτυο CATV της διοργάνωσης, ειδικά όταν η κάλυψη γίνεται από HD-SDI κάμερες; Έχοντας στο μυαλό του τους διαμορφωτές HD σε DVB-T, ο υπεύθυνος τηλεπικοινωνιών του παγκόσμιου πρωταθλήματος Motocross αποφάσισε να αλλάξει τον τρόπο που προβάλλεται η κάλυψη του αγώνα στους εσωτερικούς χώρους της διοργάνωσης. Μάλιστα, χάρη στις ευκολίες που προσφέρει η ασύρματη μετάδοση του προτύπου DVB-T, αποφασίστηκε ταυτόχρονα να δοκιμαστεί η αλλαγή της καλωδιακής μετάδοσης σε ασύρματη. Η ομάδα του Digital TV Info ήταν εκεί το 3ήμερο της πρώτης δοκιμής, καλεσμένη από την διοργανώτρια εταιρεία YouthStream, για να σας μεταφέρει όλες τις λεπτομέρειες της εξαιρετικά ενδιαφέρουσας εφαρμογής!

Ηταν ένα καυτό τριήμερο του Ιουνίου, όταν αποβιβαστήκαμε στο αεροδρόμιο Malpensa του Μιλάνο με προορισμό την περιοχή Maggiora. Σκοπός της επίσκεψής μας ήταν η κάλυψη της δοκιμαστικής μετατροπής του εσωτερικού καλωδιακού δικτύου τηλεόρασης της YouthStream1 από αναλογικό σε ψηφιακό HD και από ενσύρματο σε ασύρματο.

Από το OB Van η κάλυψη γίνεται με ποιότητα HD-SDI, για να οδηγηθεί στα δορυφορικά πακέτα σε ανάλυση HD. Ένα άλλο μέρος όμως του τηλεοπτικού δικτύου αφορά την εσωτερική μετάδοση σε όλο το χώρο της εγκατάστασης, που συνολικά καλύπτει πολλά στρέμματα γης. Μεταφέροντας εικόνα στους παρευρισκόμενους στο Pit Lane, στο SkyBox, τα Paddock και τον πύργο της Monster, το εσωτερικό δίκτυο τηλεόρασης παίζει μεγάλο ρόλο στη συνολική εμπειρία των ανθρώπων που συμμετέχουν στη διοργάνωση.

Μέχρι πρότινος η μετάδοση στο εσωτερικό δίκτυο γινόταν καλωδιακά μέσω CATV δικτύου και στο Headend λειτουργούσαν αναλογικοί διαμορφωτές. Κοιτώντας όμως προς την κατεύθυνση του προτύπου DVB-T, ο υπεύθυνος τηλεπικοινωνιών της YouthStream αποφάσισε να προχωρήσει στην αλλαγή σε ψηφιακή εικόνα HD και μάλιστα μέσω ασύρματης μετάδοσης.

Η εφαρμογή και οι προκλήσεις

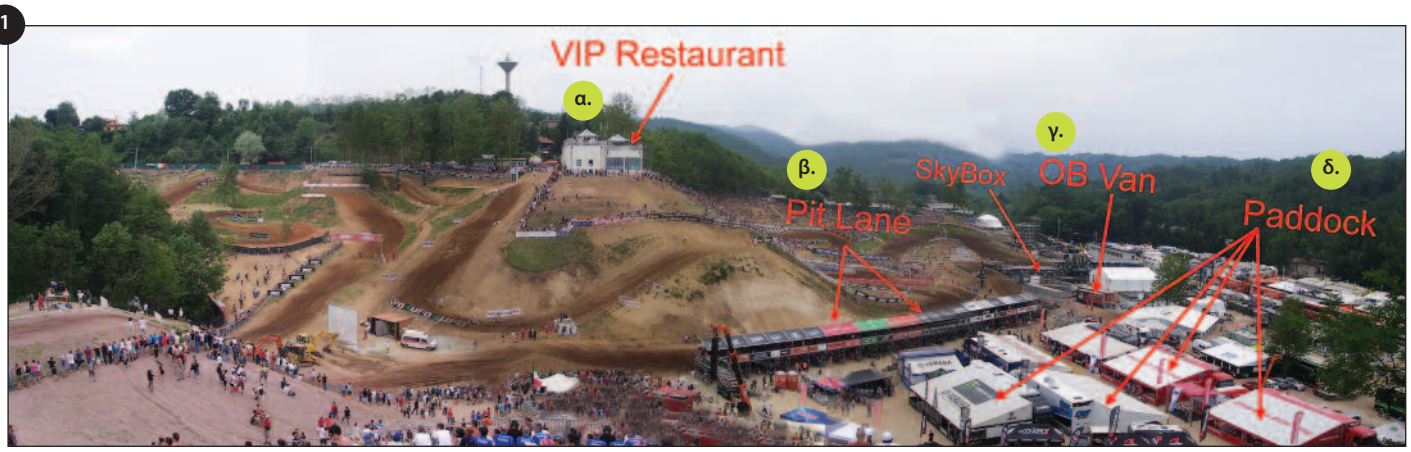
Τη στιγμή που φτάσαμε στο χώρο της διοργάνωσης, οι περισσότερες εταιρείες είχαν ήδη στήσει τις εγκαταστάσεις τους, οπότε μπορούσαμε να έχουμε μια αρκετά καθαρή εικόνα των απαιτήσεων της εφαρμογής. Στην **εικόνα 1** φαίνεται σε ικανοποιητικό βαθμό το μέγεθος της διοργάνωσης και οι χώροι που πρέπει να καλύψει το τοπικό δίκτυο τηλεόρασης.

Όλα ξεκινάνε από την τηλεοπτική καρδιά της εγκατάστασης – την περιοχή γύρω από το OB Van (**εικόνα 1δ**), όπου στήθηκε πρόχειρα το Headend της εφαρμογής και το κεραιοσύστημα. Στην εικόνα βλέπουμε ένα μέρος από τα Paddock, τους χώρους δηλαδή όπου στεγάζονται όλοι οι εργαζόμενοι των εταιρειών της διοργάνωσης (της YouthStream αλλά και των ομάδων, όπως η Yamaha, Honda, Kawasaki, Suzuki, KTM, κτλ.). Όλοι αυτοί οι χώροι έχουν τηλεοράσεις από όπου παρακολουθούν τη μετάδοση του αγώνα.

Κοντά στο χώρο του Headend είναι το Pit Lane με τους μηχανικούς των ομάδων, ενώ πάνω από την εκκίνηση είναι το Skybox, πάνω από το οποίο η YouthStream έχει κατασκευάσει το λεγόμενο SkyBox (**εικόνα 1γ**). Οι τυχεροί προσκεκλημένοι που βρίσκονται πάνω στο SkyBox, παρακολουθούν μέσα από HD τηλεοράσεις τις στιγμές του αγώνα που δεν

[1] Η YouthStream είναι η υπεύθυνη εταιρεία για τη διοργάνωση των παγκόσμιων αγώνων Motocross MX1, MX2, MX3 και WMX.

1



Η πίστα της διοργάνωσης και τα σημεία λήψης των DVB-T καναλιών: α. Το πίσω μέρος της πίστας. β. Στην κορυφή του λόφου βρίσκεται το εστιατόριο. γ. Το Skybox πάνω από τη γραμμή εκκίνησης και το Pit Lane. δ. Δίπλα από το OB Van γίνεται η μετάδοση.

συμβαίνουν μπροστά στα μάτια τους.

Στην **εικόνα 1β** βλέπουμε έναν χώρο, όπου πάλι φιλοξενούσε VIP επισκέπτες και εστιατόριο. Και εδώ υπήρχαν τηλεοράσεις για τη μετάδοση του αγώνα.

Η σημασία του δικτύου

Το τοπικό τηλεοπτικό δίκτυο της YouthStream καλείται να διαμοιράσει στους παραπάνω χώρους το Live κανάλι του αγώνα (αυτό που αποστέλλεται και στα δορυφορικά κανάλια), όπως και τρία κανάλια με κάρτες με στατιστικά. Οι ομάδες της διοργάνωσης, όπως και όλοι οι παρευρισκόμενοι στους χώρους που αναφέραμε, έχουν ένα μονάχα πεδίο ορατό της πίστας. Όλος ο υπόλοιπος αγώνας συμβαίνει σε πεδία μη ορατά, οπότε η παρακολούθηση του Live καναλιού είναι πολύ σημαντική (**εικόνα 2**). Πολύ μεγάλη σημασία αντίστοιχα έδιναν όλοι οι παρευρισκόμενοι στις καρτέλες με τα στατιστικά.

Η δομή του Headend

Η αναβάθμιση του εσωτερικού δικτύου τηλεόρασης της διοργάνωσης βασίστηκε στην τεχνολογία της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. Για να αξιοποιηθεί η εξαιρετική ποιότητα εικόνας των καμερών HD-SDI της κάλυψης, για το Live κανάλι χρησιμοποιήθηκε διαμορφωτής DVB-T HD και πιο συγκεκριμένα το μοντέλο PROMAX DT-511. Για τις καρτέλες, εφόσον

2

Το εσωτερικό δίκτυο τηλεόρασης παρακολουθείται διαρκώς από τους παρευρισκόμενους, αφού δεν είναι δυνατόν να έχουν οπτική επαφή ολόκληρης της πίστας.

3

Το σήμα από το OB Van έρχεται ασυμπίεστο (SDI) και ο μετατροπέας αναλαμβάνει να το αποδώσει σε HDMI, για να τροφοδοτήσει τον διαμορφωτή.

πρόκειται για στάσιμες εικόνες, δεν υπήρχε ανάγκη χρήσης HD διαμορφωτή, οπότε επιλέχτηκε το μοντέλο PROMAX DT-504 για διαμόρφωση τεσσάρων A/V πηγών.

Ο HD διαμορφωτής PROMAX DT-511 διαθέτει είσοδο HDMI. Επειδή όμως η παροχή από το OB Van ήταν σε HD-SDI, χρησιμοποιήθηκε ο Mini Converter SDI σε HDMI της Blackmagic (**εικόνα 3**). Την ημέρα πριν το event στήθηκε όλος ο εξοπλισμός με δοκιμαστικό σήμα από HD-SDI κάμερα και πράγματι όλες οι μονάδες συνεργάστηκαν μεταξύ τους (**εικόνα 4**).

Το Headend ολοκληρώνεται από τις μονάδες εκπομπής (**εικόνα 5**). Στο χώρο ήταν διαθέσιμοι ο προενισχυτής IKUSI LRA-112 και ο τελικός ενισχυτής IKUSI HPA-125. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του τελικού ενισχυτή HPA-125 είναι ότι υποστηρίζει σύνθετη αντίσταση 75Ω, με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοινές κεραίες 75Ω για εκπομπή. Έτσι, για εκπομπή και για λήψη χρησιμοποιήθηκε η κεραία Hydra 35 της Fte maximal, που ήδη διέθετε η διοργάνωση.

Ρυθμίσεις στους διαμορφωτές

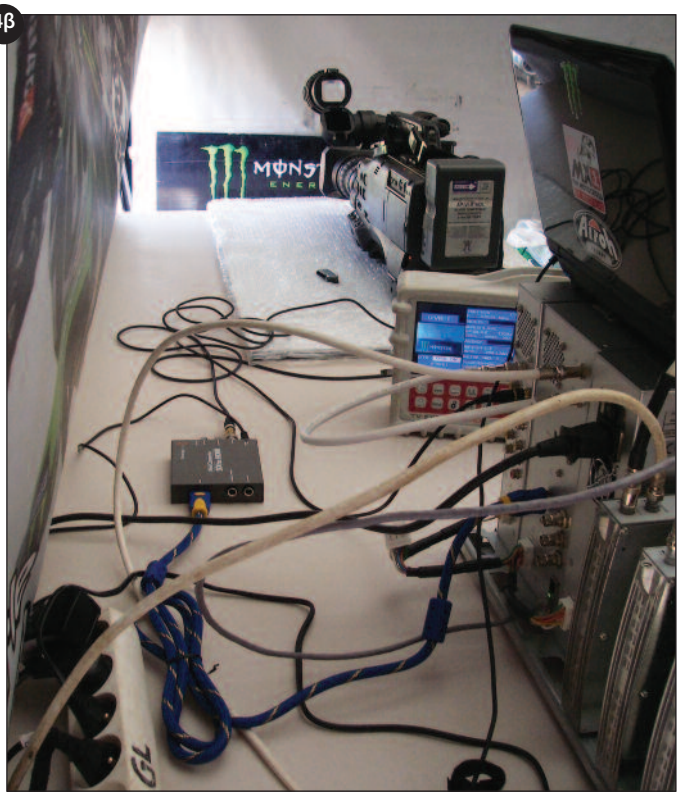
Ένα χαρακτηριστικό που καθόρισε τη ρύθμιση και τη δομή του Headend ήταν η πολύ υψηλή στάθμη εξόδου 97dBμV και το υψηλό MER 42dB του HD διαμορφωτή της PROMAX. Αντίστοιχα υψηλή στάθμη, αλλά όχι στα ίδια επίπεδα, αποδίδει ο SD διαμορφωτής DT-504, με 90dBμV και MER 37dB. Οι υψηλές αυτές στάθμες απευθείας αναίρεσαν την ανάγκη χρήσης του προενισχυτή LRA-112, απλοποιώντας ιδιαίτερα την εγκατάσταση και μειώνοντας τον προστιθέμενο θόρυβο. Αποδίδοντας τελική στάθμη εξόδου 131dBμV για ένα ψηφιακό κανάλι, ο τελικός ενισχυτής HPA-125 μπορεί να ρυθμιστεί θεωρητικά, στα 128dBμV για τα δύο ψηφιακά κανάλια/stream της εφαρμογής μας. Με απολαβή 45dB επομένως, αρκεί είσοδος 128-45=83dBμV στον τελικό ενισχυτή, για να πάρουμε την επιθυμητή τελική στάθμη. Το χαρακτηριστικό αυτό υπερκαλύπτεται και από τους δύο διαμορφωτές, οπότε ο προενισχυτής LRA δεν είναι απαραίτητος.

Το επόμενο βήμα ήταν η ρύθμιση των χαρακτηριστικών της επίγειας ψηφιακής μετάδοσης. Λαμβάνοντας από το OB Van ποιότητα HD-SDI, το τελικό bit rate της HD μετάδοσης εξαρτιόταν πλέον από το διαμορφωτή της PROMAX. Το πρότυπο DVB-T υποστηρίζει μέγιστο bit rate 31.688 Mbit/s, όταν για την επεξεργασία χρησιμοποιείται modulation

4α

Το δοκιμαστικό στήσιμο με την κάμερα HD-SDI πριν την έναρξη των αγώνων.

4β



Στην οθόνη του πεδιομέτρου φαίνεται η εικόνα της HD-SDI κάμερας, μέσω DVB-T.

5

Το Headend της Promax αποδίδει τα δύο κανάλια DVB-T προς ασύρματη αναμετάδοση.

6

Το HD DVB-T κανάλι της εφαρμογής μεταδιδόταν με ρυθμό 20Mbps και ανάλυση 1080i.

64-QAM, code rate 7/8 και guard interval 1/32. Όσο ανεβαίνει το bit rate σε ένα κανάλι DVB-T, αυξάνεται η ποιότητα. Όμως αυξάνονται ταυτόχρονα και οι απαιτήσεις λήψης, γεγονός πολύ κρίσιμο για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Ο διαμορφωτής PROMAX DT-511 υποστηρίζει bit rate έως 20Mbps, οπότε η ισορροπία για το HD κανάλι ορίστηκε από τον εξοπλισμό. Έτσι, με ρυθμίσεις για τη διαμόρφωση COFDM σε 1/16 guard interval και 3/4 code rate (πάντα φυσικά 64 QAM), λάβαμε τα 20Mbps για το Live κανάλι, διευκολύνοντας ταυτόχρονα και τις συνθήκες λήψης (**εικόνα 6**).

Όσον αφορά το κανάλι με τις καρτέλες, επειδή επρόκειτο για στάσιμες εικόνες, το bit rate δεν υπήρχε κανένας λόγος να είναι υψηλό. Ο διαμορφωτής PROMAX DT-504 από default είχε ρυθμίσεις που απέδιδαν bit rate 5,5Mbps. Μειώνοντας τα χαρακτηριστικά της COFDM διαμόρφωσης, πήραμε χαμηλότερο bit rate (2,5Mbps), χωρίς καμία επίδραση στην ποιότητα εικόνας, αλλά κάνοντας το κανάλι πιο ανθεκτικό στη μετάδοση.

Τελικός ενισχυτής και μετάδοση

Όπως είπαμε, χάρη στον τελικό ενισχυτή HPA-125, για την εκπομπή χρησιμοποιήθηκαν κεραίες 75Ω. Για την κάλυψη των απαραίτητων σημείων της συγκεκριμένης διοργάνωσης δεν γινόταν να χρησιμοποιηθούν λιγότερες από τρεις κεραίες (**εικόνα 7**). Για κάθε προστιθέμενη κεραία στο σύστημα εκπομπής ισχύει ο κανόνας υποδιπλασιασμού της ισχύος, οπότε τουλάχιστον αποφεύχθηκε η τέταρτη κεραία.

Για την επιλογή των καναλιών πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα σημεία λήψης για τον εντοπισμό δύο άδειων συχνοτήτων (**εικόνα 8**). Το δυσκολότερο σημείο αποδείχθηκε το εστιατόριο στο λόφο, όπου εμφανίστηκαν στο φάσμα του πεδιομέτρου όλα τα ψηφιακά κανάλια της περιοχής. Παρόλα αυτά, στις θέσεις 33 και 34 των UHF καναλιών, υπήρχαν κενές θέσεις.

Ο HPA-125 για τα δύο κανάλια DVB-T των διαμορφωτών κατάφερε να αποδώσει τελική στάθμη 126,5dBμV, χωρίς να επηρεάσει δραστικά το MER. Με αυτές τις ρυθμίσεις καλύφθηκαν εν τέλει όλα τα σημεία λήψης (**εικόνα 9**), με κατώτερες μετρήσεις στο εστιατόριο του λόφου. Ακόμα όμως και στο σημείο αυτό, το MER δεν έπεσε κάτω από 29dB με ισχύ 55,4dB και στο απαιτητικό HD κανάλι (**εικόνα 10**). Μάλιστα, οι μετρήσεις περιορίστηκαν εξαιτίας του επιτρεπόμενου σημείου τοποθέτησης της κεραίας λήψης.

Σε κάθε event… πάλι από την αρχή!

Παρακολουθώντας τις εργασίες της YouthStream για την υλοποίηση του event, συνειδητοποιήσαμε αμέσως το βαθμό δυσκολίας που έχει η διοργάνωση Motocross, για τον απλό λόγο ότι σε κάθε τοποθεσία όλα στήνονται ξανά από την αρχή. Το ίδιο βέβαια ισχύει και για το εσωτερικό δίκτυο τηλεόρασης, γεγονός που έπρεπε να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό. Ο τρόπος με τον οποίο τελικά στήθηκε το δίκτυο, εξυπηρετούσε σε μεγάλο βαθμό τη φορητότητά του.

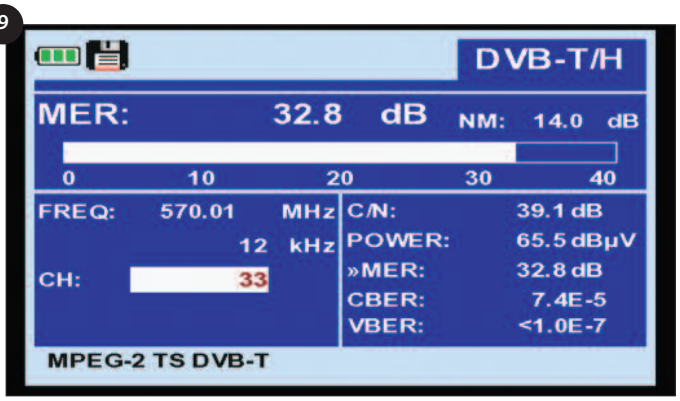
7

Ο τελικός ενισχυτής HPA-125 της IKUSI επέτρεψε τη χρήση κεραιών 75Ω για εκπομπή.

8

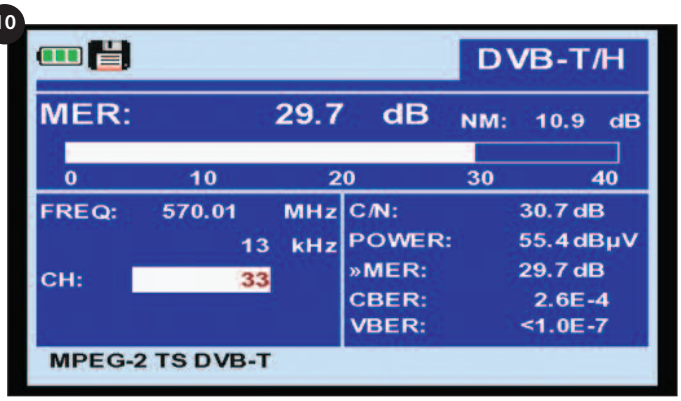
Σάρωση του φάσματος ανά τον χώρο για τον εντοπισμό άδειων συχνοτήτων για εκπομπή.

9



Σε πολλά σημεία λήψης η στάθμη έφτανε τα 65dBμV και το MER δεν έπεφτε κάτω από 30dB.

10



Η πιο απαιτητική λήψη ήταν πάνω στο εστιατόριο, αλλά εν τέλει τα σήματα έφτασαν με ικανοποιητικές μετρήσεις.

Καταρχάς, η ασύρματη μετάδοση δεν απαιτεί τις κουλούρες ομοαξονικών καλωδίων, που έτρεχαν ως backbone. Αυτά τα καλώδια δημιουργούσαν πολλά προβλήματα, αφού συχνά συνθλίβονταν από οχήματα ή ανθρώπους. Επίσης, η χρήση μονάχα ενός τελικού ενισχυτή (χωρίς προενισχυτή), χάρη στις υψηλές στάθμες των διαμορφωτών, απλοποιεί τη ρύθμιση του Headend. Τέλος, η χρήση κεραιών 75Ω για εκπομπή δίνει τη δυνατότητα εύκολης αντικατάστασης με οποιαδήποτε κεραία από ένα τοπικό μαγαζί, σε περίπτωση που χαλάσει κάποια κατά τη μετακίνηση.

HD VS analogue

Η αναβάθμιση της εικόνας στο δίκτυο ήταν εξαιρετική, όχι μόνο εξαιτίας του HD Live καναλιού, αλλά κυρίως από τη μετάβαση από την αναλογική τεχνολογία στην ψηφιακή. Πολλές από τις υπάρχουσες τηλεοράσεις στο χώρο (όπως αυτές του Pit Lane) ενσωμάτωναν ήδη επίγειο ψηφιακό δέκτη, με αποτέλεσμα η αλλαγή να γίνει ορατή απλά με έναν συντονισμό στα δύο νέα κανάλια μετάδοσης. Ένα τέτοιο, τόσο εντυπωσιακό θέαμα δεν αξίζει να περιορίζεται από την αναλογική τεχνολογία στις μέρες μας! ■

11

Δευτερόλεπτα πριν την εκκίνηση…

12

Ο κόσμος είχε κατακλύσει τον χώρο!

13

Στιγμές που κόβεται η ανάσα!

14

Άλματα σε …ποιότητα HD!