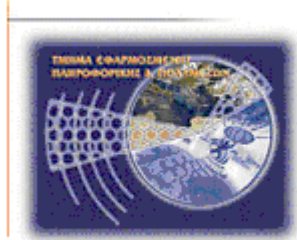




Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων**



Πτυχιακή εργασία

**Τίτλος: “Προσδιορισμός έκθεσης από
ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής
τηλεόρασης DVB-T”**

ΔΑΝΕΛΛΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ (ΑΜ: 2384)

Ηράκλειο – Δεκέμβριος 2011

Επιβλέπων καθηγητής: Στρατάκης Δημήτριος



Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους οι οποίοι βοήθησαν στην περάτωσή της. Κατά κύριο λόγο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου από το Τ.Ε.Ι Κρήτης κ. Στρατάκη Δημήτρη, ο οποίος με υποστήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας και μου εξασφάλισε την παροχή πλούσιας υλικοτεχνικής υποδομής, πολύτιμης για μια μελέτη όπως αυτή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου η οποία με στήριξε σε καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησής μου.



Abstract

This dissertation contains detailed information on all matters referred in it, so that it addresses both to experienced individuals on issues of carrying out measurements and evaluation of measurement results, and to people who have limited knowledge in the respective fields.

The subject of this dissertation is to present the ways in which we can estimate the exposure from electromagnetic fields of digital terrestrial television base stations (Digital Video Broadcasting - Terrestrial, DVB-T). The rapid growth of digital terrestrial television base stations has created a need for developing new methodologies for measuring, as well as, new test equipment.



Σύνοψη

Η παρούσα εργασία περιέχει αναλυτικές πληροφορίες για όλα τα θέματα τα οποία αναφέρονται σε αυτήν, έτσι ώστε να απευθύνεται τόσο σε έμπειρα άτομα πάνω σε θέματα διενέργειας μετρήσεων και αξιολόγησης αποτελεσμάτων μετρήσεων, όσο και σε άτομα τα οποία έχουν περιορισμένες γνώσεις στα αντίστοιχα πεδία.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση των τρόπων με τους οποίους μπορούμε να εκτιμήσουμε την έκθεση από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (Digital Video Broadcasting — Terrestrial, DVB-T). Η ραγδαία ανάπτυξη των σταθμών βάσης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης έχει δημιουργήσει την ανάγκη ανάπτυξης νέων μεθοδολογιών μέτρησης, καθώς και νέου δοκιμαστικού εξοπλισμού.



Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Abstract.....	i
Σύνοψη	iii
Πίνακας Περιεχομένων	v
Πίνακας Εικόνων.....	ix
Λίστα Πινάκων	ix
Συντομογραφίες.....	x
Α΄ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Περίληψη.....	1
1.2 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας.....	1
1.3 Σκοπός και στόχοι της Εργασίας.....	1
1.4 Δομή Εργασίας	1
2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ DVB	3
2.1 Εισαγωγή	3
2.2 Λήψη.....	4
2.3 Μετάδοση	4
2.4 Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση στην Ελλάδα	4
2.5 Γενικές Αρχές Επίγειας Ψηφιακής Μετάδοσης Ευρείας Κάλυψης.....	5
2.6 Περαιτέρω ανάλυση των συστημάτων DVB-T.....	7
3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ – ΜΕΓΙΣΤΑ ΕΠΙΤΡΕΠΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ	9
3.1 Η σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/519/ΕΚ.....	9
3.1.1 Εισαγωγή στις οδηγίες της σύστασης 1999/519/ΕΚ.....	9
3.1.2 Παράρτημα I της σύστασης 1999/519/ΕΚ - ΟΡΙΣΜΟΙ	10
3.1.3 Παράρτημα II της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	12
3.1.4 Παράρτημα III της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	13
3.1.5 Παράρτημα IV της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΠΗΓΕΣ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ.....	16
3.2 Όρια έκθεσης σε μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες στην Ελλάδα	18



3.2.1	Όρια έκθεσης από διατάξεις εκπομπής πεδίων χαμηλών συχνοτήτων	18
3.2.2	Όρια έκθεσης στο περιβάλλον σταθμών κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά.....	20
4	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ DVB-T	25
4.1	Εισαγωγή	25
4.2	Χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης ισχύος σήματος DVB-T στην παρούσα πτυχιακή.....	26
5	ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	31
5.1	Υπολογισμός αβεβαιότητας μετρήσεων.....	31
5.1.1	Εισαγωγή.....	31
5.1.2	Μεθοδολογία λήψης πολλαπλών μετρήσεων στενής ζώνης και υπολογισμού αβεβαιοτήτων	32
5.1.3	Εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας σε μια συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων.....	33
5.1.4	Εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας του αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης.....	34
6	ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	37
6.1	Εισαγωγή	37
6.2	Συνήθειες εντολές προγραμματισμού αναλυτών φάσματος	37
6.2.1	IEEE Common Commands (Κοινές εντολές κάτω από το πρότυπο IEEE)	38
6.2.2	Operation Complete (Ολοκλήρωση Διαδικασίας).....	39
6.2.3	ABORT Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου ακύρωσης)	41
6.2.4	CALCulate Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού).....	41
6.2.5	CALCulate:LLINe Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού γραμμών)	42
6.2.6	CALCulate:MARKer Subsection(Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού σημαδιών) ...	45
6.2.7	CALCulate:NTData Subsection (Σύνολο εντολών τύπου NTData).....	53
6.2.8	CALibration Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου καλιμπραρίσματος).....	53
6.2.9	CONFigure Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου παραμετροποίησης).....	56
6.2.10	COUPle Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου συνδυασμού)	56
6.2.11	DISPlay Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου απεικόνισης)	57
6.2.12	FORMat Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου μορμά)	60
6.2.13	HCOPY Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου HCOPY).....	61
6.2.14	INITiate Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου Εκκίνησης)	62
6.2.15	Continuous or Single Measurements.....	62
6.2.16	INPUt Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου Εισόδου).....	64
6.2.17	INSTrument Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου οργάνου)	65
6.2.18	MMEMory Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου μνήμης).....	65
6.2.19	OUTPUt Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου εξόδου)	68
6.2.20	SENSe Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου ευαισθησίας).....	68



6.2.21	[::SENSE]:AVERage Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου ευαισθησίας-Σύνολο Μετριοποίησης).....	69
6.2.22	[::SENSE]:BANDwidth Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου εύρους ζώνης)	69
6.2.23	[QSENSE]QCORRection Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου διορθώσεως).....	71
6.2.24	[::SENSE]:DEMod Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αποδιαμόρφωσης).....	73
6.2.25	[::SENSE]:DETEctor Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου ανίχνευσης)	74
6.2.26	[::SENSE]:FREQuency Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου συχνότητας)	74
6.2.27	[::SENSE]:MIXer Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου μίκτη).....	77
6.2.28	[::SENSE]:POWEr Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου στάθμης)	78
6.2.29	[::SENSE]:SIDentify Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αναγνώρισης σήματος) 79	
6.2.30	[::SENSE]:SWep Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αναγνώρισης σάρωσης)	80
6.2.31	SOURce Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου πηγής)	83
6.2.32	STATus Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου τρέχουσας κατάστασης)	86
Β΄. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ		87
7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		87
7.1	Όργανα και λογισμικό μετρήσεων	87
7.2	Βασικά στάδια προκαταρκτικών μετρήσεων	89
7.3	Μέθοδος μετρήσεων με χρήση αναλυτή φάσματος για την λήψη των μετρήσεων και χρήση λογισμικού για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.....	89
8 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....		91
8.1	Ρύθμιση του αναλυτή φάσματος για λήψη προκαταρκτικών μετρήσεων	91
8.2	Λήψη κυρίως μετρήσεων στη ζώνη DVB-T	91
8.2.1	Εισαγωγή.....	91
8.2.2	Μέτρηση 1 ^η : Λήψη μέτρησης από 512.5MHz ως 532.5MHz με προσανατολισμό της κεραίας λήψης οριζόντιο	93
8.2.3	Μέτρηση 2 ^η : Λήψη μέτρησης από 512.5MHz ως 532.5MHz με προσανατολισμό της κεραίας λήψης κατακόρυφο	95
8.2.4	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και από τις δύο μετρήσεις.....	96
8.3	Συμπεράσματα.....	97
8.4	Μελλοντικές Εργασίες και Επεκτάσεις.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ		101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Περίληψη.....		101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Διαφάνειες παρουσίασης της πτυχιακής		103

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 : Λειτουργικό Διάγραμμα Διαμορφωτή DVB-T	6
Εικόνα 2 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Ηλεκτρικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα. Επίπεδο αναφοράς για την συχνότητα των 50Hz=5000V/m.....	19
Εικόνα 3 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Μαγνητικής Επαγωγής σε σχέση με την συχνότητα Επίπεδο αναφοράς για την συχνότητα των 50Hz=100μT.....	19
Εικόνα 4 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Ηλεκτρικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)	22
Εικόνα 5 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Μαγνητικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)	23
Εικόνα 6 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Μαγνητικής Επαγωγής σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)	23
Εικόνα 7 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Ισοδύναμης Πυκνότητας Ισχύος επιπέδου κύματος σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)	24
Εικόνα 8 : Block διάγραμμα της μεθόδου μέτρησης των Angrisani et al. [8].....	25
Εικόνα 9 : Όχημα μεταφοράς του E.M.I.A	87
Εικόνα 10 : Φασματικός αναλυτής και Laptop συνδεδεμένα μπροστά από την θέση εργασίας εντός του οχήματος του E.M.I.A.	88
Εικόνα 11 : Η οθόνη του Λογισμικού του E.M.I.A. για ρυθμίσεις/λήψη μετρήσεων με Αναλυτή Φάσματος.....	91
Εικόνα 12 : Η οθόνη ρυθμίσεων και λήψης μετρήσεων του λογισμικού για μετρήσεις στην ζώνη	92
Εικόνα 13 : Μορφή των αρχείων Excel για κάθε μέτρηση. Στις πρώτες δύο στήμες είναι τα δεδομένα συχνότητας ίχνους του αναλυτή φάσματος και στην Τρίτη οι ρυθμίσεις του, για κάθε μέτρηση	92
Εικόνα 14 : Επεξεργασία μέτρησης για οριζόντια πόλωσης της κεραίας λήψης	93
Εικόνα 15 : Πρόσοψη Αναλυτή Φάσματος κατά την λήψη της 1 ^{ης} μέτρησης	93
Εικόνα 16 : Πυκνότητα ισχύος (DBW/m ²) στην είσοδο της κεραίας λήψης για την 1 ^η μέτρηση	94
Εικόνα 17 : Επεξεργασία μέτρησης για κατακόρυφη πόλωσης της κεραίας λήψης.....	95
Εικόνα 18 : Πρόσοψη Αναλυτή Φάσματος κατά την λήψη της 2ης μέτρησης.....	95
Εικόνα 19 : Πυκνότητα ισχύος (DBW/m ²) στην είσοδο της κεραίας λήψης για την 2 ^η μέτρηση (— γραμμή ορίου)	96

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1 : Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία.....	12
Πίνακας 2 : Επίπεδα αναφοράς για Ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία	14
Πίνακας 3 : Επίπεδα αναφοράς για ρεύματα επαφής από αγωγικά σώματα (f σε KHz).....	15
Πίνακας 4 : Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία.....	18

Πίνακας 5 : Επίπεδα αναφοράς για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία.....	18
Πίνακας 6 : Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνοτήτων 1KHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431/2006, στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της ΚΥΑ 53571/3839/2000.....	21
Πίνακας 7 : Τιμές παραμέτρων του άρθρου 4 της ΚΥΑ 53571 με συντελεστή μείωσης 60%	21
Πίνακας 8 : Συνοπτικός πίνακας βασικών μεγεθών για την 1 ^η μέτρηση.....	94
Πίνακας 9 : Συνοπτικός πίνακας βασικών μεγεθών για την 2 ^η μέτρηση.....	96
Πίνακας 10 : Συγκεντρωτικός πίνακας μερικών συντελεστών έκθεσης πολλαπλών πηγών για τις μετρήσεις.....	97
Πίνακας 11 : Συνολικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών	97

Συντομογραφίες

DVB-T	Digital Video Broadcasting — Terrestrial
MPEG-2	Moving Pictures Experts Group
DVB-S	Digital Video Broadcasting – Satellite
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
DVB-C	Digital Video Broadcasting – Cable
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
DTTV	Digital Terrestrial Television
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
ATSC	Advanced Television Systems Committee
QAM	Quadrature amplitude modulation
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ISDB-T	Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting
SFN	Single Frequency Networks
RF	Radio frequency
MPEG-2 TS	Moving Pictures Experts Group Transport Stream
PAL	Phase Alternate Line
SECAM	Sequential Color Memory
NTSC	National Television System Committee
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
PSD	Power Spectral Density

Α΄ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία αυτή παραθέτει τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να μετρήσουμε την έκθεση από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T (Digital Video Broadcasting — Terrestrial).

Η παρούσα εργασία περιέχει αναλυτικές πληροφορίες για όλα τα θέματα τα οποία αναφέρονται σε αυτήν, έτσι ώστε να απευθύνεται τόσο σε έμπειρα άτομα πάνω σε θέματα διενέργειας μετρήσεων, αξιολόγησης αποτελεσμάτων μετρήσεων, και έκθεσης των ανθρώπων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όσο και σε άτομα τα οποία έχουν περιορισμένες γνώσεις στα αντίστοιχα πεδία. Κατά συνέπεια το μέγεθος της παρούσας εργασίας είναι συνάρτηση του επιπέδου ανάλυσης που επιχειρείται με σκοπό να περιοριστούν οι απορίες του οποιουδήποτε αναγνώστη, ειδικά σε θέματα που αφορούν τον τρόπο διενέργειας των μετρήσεων.

1.2 Κίνητρο για την διεξαγωγή της εργασίας

Κίνητρο για την διεξαγωγή αυτής της εργασίας ήταν η ανάγκη προτυποποίησης του τρόπου εκτίμησης της έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T), και προέκυψε λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των συστημάτων αυτών τα τελευταία χρόνια.

1.3 Σκοπός και στόχοι της Εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παραθέσει αναλυτικές πληροφορίες που αφορούν θέματα μετρήσεων (όπως είναι η αξιολόγηση αποτελεσμάτων μιας μέτρησης, η έκθεση των ανθρώπων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία) ώστε να μπορεί να απευθυνθεί τόσο σε έμπειρα άτομα όσο και σε άτομα τα οποία έχουν περιορισμένες γνώσεις στα αντίστοιχα ζητήματα.

Στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας αποτελεί η παράθεση τρόπων μέτρησης ηλεκτρομαγνητικών πεδίων σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T (Digital Video Broadcasting — Terrestrial).

1.4 Δομή Εργασίας

Το κεφάλαιο 1 αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας πτυχιακής. Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθεται μια σύντομη περίληψη για τον στόχο και τον σκοπό της πτυχιακής καθώς και την δομή της.

Στο κεφάλαιο 2 παρατίθεται μια μικρή εισαγωγή στα πρότυπα DVB (Digital Video Broadcasting). Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται τα DVB-T πρότυπα (των οποίων η μέτρηση των λαμβανόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και η σύγκριση τους με τις τιμές των μέγιστων επιτρεπτών ορίων αποτελεί το αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας) καθώς και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετάδοση και η λήψη τους.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Στο κεφάλαιο 3 παρατίθενται οι κανονισμοί που αφορούν την έκθεση του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με βάση Διεθνή πρότυπα, αλλά και την κείμενη Ελληνική Νομοθεσία. Οι τιμές των μέγιστων επιτρεπτών ορίων που απορρέουν από την κείμενη Ελληνική νομοθεσία χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της έκθεσης από σήμα DVB-T που μετρήθηκε στο πειραματικό μέρος της παρούσας πτυχιακής.

Στο κεφάλαιο 4 αναφέρονται μεθοδολογίες μέτρησης σημάτων DVB-T και αναλύεται η μέθοδος Channel Power που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ισχύος σήματος DVB-T στην παρούσα πτυχιακή.

Στο κεφάλαιο 5 αναλύονται οι αβεβαιότητες που υπεισέρχονται σε μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με όργανα στενής ζώνης και παρατίθεται ο τρόπος υπολογισμού των συνολικών αβεβαιοτήτων.

Στο κεφάλαιο 6 παρατίθενται οι εντολές προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο οργάνων μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα παρατίθενται οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές προγραμματισμού του αναλυτή φάσματος μέσω του προτύπου SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments – SCPI).

Στο κεφάλαιο 7 που αποτελεί και το πρώτο κεφάλαιο του πειραματικού μέρους της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε κατά τις μετρήσεις καθώς και η μεθοδολογία των μετρήσεων που ακολουθήθηκε.

Στο κεφάλαιο 8 παρατίθενται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτές. Αναφέρονται τα συμπεράσματα καθώς και θέματα για να επεκταθεί περαιτέρω η παρούσα πτυχιακή.

Τέλος στο παράρτημα 1 δίνεται μια περίληψη της πτυχιακής και στο παράρτημα 2 παρατίθενται οι διαφάνειες από την παρουσίαση της.

2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ DVB

2.1 Εισαγωγή

Η οικογένεια προτύπων DVB (Digital Video Broadcasting) αναπτύχθηκε για να προσφέρει υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης εκμεταλλευόμενη ένα ευρύ φάσμα μέσων διανομής, δορυφορικών, καλωδιακών και επίγειων. Όλα τα DVB standards έχουν υιοθετήσει τα πρότυπα MPEG-2 για συμπίεση ήχου και κινούμενης εικόνας καθώς και για πολυπλεξία. Χάρη στη χρήση των πακέτων μεταφοράς MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group) ως γενικευμένων "μεταφορέων δεδομένων" (data containers), ένα MPEG-2 Transport Stream - και συνεπώς ένα σύστημα DVB- μπορεί να μεταφέρει σχεδόν οτιδήποτε μπορεί να ψηφιοποιηθεί, από τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV), πολλαπλά κανάλια PAL/SECAM/NTSC, μέχρι και υψηλής ταχύτητας υπηρεσίες πολυμέσων και δεδομένων.

- Το δορυφορικό σύστημα DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite) είναι το παλαιότερο και πιο διαδεδομένο από την οικογένεια προτύπων DVB και έχει αδιαμφισβήτητη τύχει παγκόσμιας αποδοχής. Το DVB-S σχεδιάστηκε για να εκμεταλλεύεται πλήρως το εύρος ζώνης των δορυφορικών τηλεοπτικών αναμεταδοτών. Χρησιμοποιεί ρυθμό μεταφοράς των 54Mbps με διαμόρφωση **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying) σε συνδυασμό με ένα σχήμα διπλής κωδικοποίησης και διεμπλοκής (coding/interleaving). Είναι το μόνο πρότυπο από την οικογένεια DVB που έχει τύχει εμπορικής εφαρμογής και στη χώρα μας.
- Το καλωδιακό σύστημα DVB-C (Digital Video Broadcasting - Cable) έχει τεχνικά αρκετές ομοιότητες με το DVB-S. Η διαφορά του έγκειται στο ότι χρησιμοποιεί την αποδοτικότερη αλλά και πιο ευαίσθητη σε παρεμβολές- διαμόρφωση 64QAM αντί για την QPSK. Έτσι, ένα καλωδιακό κανάλι των 8MHz μπορεί να μεταφέρει 38.5Mbps. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί QAM λιγότερων ή περισσότερων επιπέδων. Σε κάθε περίπτωση, υπάρχει μια αντιστάθμιση μεταξύ ταχύτητας και αξιοπιστίας.
- Το επίγειο σύστημα DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial, το οποίο μελετάται ως αναφορά τον τρόπο μέτρησης του στην παρούσα πτυχιακή) αποτελεί το τελευταίο χρονικά μέλος της οικογένειας DVB. Επιτυγχάνει ψηφιακή μετάδοση υψηλών ταχυτήτων πάνω από το "δύσκολο" επίγειο κανάλι, χρησιμοποιώντας διαμόρφωση πολλαπλών φερόντων στο σχήμα της πολυπλεξίας με ορθογωνική διαίρεση συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM). Το σχήμα OFDM του DVB-T χρησιμοποιεί ένα μεγάλο αριθμό φερόντων (6817 ή 1704 για μετάδοση 8K και 2K αντίστοιχα), κάθε ένα από τα οποία διαμορφώνεται κατά QPSK, 16QAM ή 64QAM. Έτσι, η πληροφορία κατανέμεται ομοιόμορφα στο φάσμα και, σε συνδυασμό με κωδικοποίηση και διεμπλοκή δύο στρωμάτων, το σήμα αποκτά μεγάλη ευρωστία ακόμη και σε περιβάλλον με ισχυρές διαλείψεις και φαινόμενα πολυοδικής μετάδοσης (multipath).

Παρόλο που υβριδικές αρχιτεκτονικές μπορούν να υλοποιηθούν με οποιοδήποτε από τα παραπάνω πρότυπα, η παρούσα πτυχιακή επικεντρώνεται στη μελέτη μέτρησης του επίγειου συστήματος (DVB-T). Το DVB-T είναι το πιο πρόσφατο (και πιο εξελιγμένο τεχνολογικά) πρότυπο, και οι προοπτικές χρήσης του για μετάδοση δεδομένων IP όχι μόνο είναι πολυάριθμες, αλλά και δεν έχουν ακόμη αναδειχθεί (δίκτυα παροχής δεδομένων βασισμένα στο DVB-S και DVB-C έχουν ήδη αναπτυχθεί αλλά οι δυνατότητες και οι προοπτικές τους είναι σχετικά περιορισμένες). Επίσης, το επίγειο σύστημα δεν απαιτεί ιδιαίτερο εξοπλισμό από πλευράς χρήστη (π.χ. δορυφορικό δέκτη ή καλωδιακή υποδομή) και από την πλευρά του παρόχου αποτελεί την πιο προσιτή και πιο ευέλικτη λύση σε σχέση με την δορυφορική μετάδοση ή το καλωδιακό δίκτυο.

Τέλος, ένα επίγειο ψηφιακό σύστημα μπορεί να οργανωθεί σε περιοχές κάλυψης με κυψελωτή δομή και να προσφέρει υπηρεσίες και σε κινούμενους χρήστες, μια δυνατότητα που οι υπόλοιπες τεχνολογίες δεν μπορούν να προσφέρουν.

2.2 Λήψη

Η λήψη σήματος επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T γίνεται μέσω σχετικού δέκτη. Αυτός μπορεί να έχει τη μορφή μιας μικρής επιτραπέζιας συσκευής ή να είναι ενσωματωμένος (στην τηλεόραση). Ο ψηφιακός δέκτης αποκωδικοποιεί το σήμα που λαμβάνεται μέσω μιας συμβατικής κεραίας. Εντούτοις, λόγω τεχνικών ζητημάτων, μια ειδική κεραία (συνήθως ευρείας ζώνης) μπορεί να απαιτηθεί εάν η πολυπλεξία του DVB-T σήματος βρίσκεται εκτός εύρους ζώνης της εγκατεστημένης κεραίας (όπως π.χ. στο Ηνωμένο Βασίλειο).

2.3 Μετάδοση

Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση DTTV (Digital Terrestrial Television) μεταδίδεται στις ραδιοσυχνότητες που είναι παρόμοιες με την τυπική αναλογική τηλεόραση, με την κύρια διαφορά να είναι η πολυπλεξία του σήματος στον πομπό, κάτι που επιτρέπει τη λήψη πολλαπλών καναλιών σε ένα ενιαίο φάσμα συχνότητας όπως ένα κανάλι UHF (Ultra High Frequency) ή VHF (Very High Frequency). Η ποσότητα δεδομένων που μπορεί να διαβιβαστεί (και επομένως ο αριθμός καναλιών) επηρεάζεται άμεσα από τη μέθοδο διαμόρφωσης του καναλιού. Η μέθοδος διαμόρφωσης στο DVB-T είναι η COFDM (**Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing**) με εγκάρσια διαμόρφωση εύρους (QAM- **Quadrature amplitude modulation**) 64 ή 16. Γενικά ένα κανάλι 64QAM είναι σε θέση να εκπέμπει με μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης (bitrate), αλλά είναι πιο ευαίσθητο σε παρεμβολές.

Και τα δυο βασικά συστήματα (DVB-T και ATSC (Advanced Television Systems Committee)) χρησιμοποιούν τα πρότυπα μετάδοσης mpeg-2 και mpeg-4, ενώ διαφέρουν σημαντικά στο πώς κωδικοποιούνται σχετικές υπηρεσίες (όπως ο πολυκάναλος ήχος, οι υπότιτλοι, και ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος).

2.4 Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση στην Ελλάδα

Το πρότυπο για την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση στην Ελλάδα, όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη, είναι το DVB-T. Στην Ελλάδα η επίγεια ψηφιακή μετάδοση ξεκίνησε από το ΤΕΙ Κρήτης από το εργαστήριο Ερευνάς και Ανάπτυξης τηλεπικοινωνιακών συστημάτων PASIPHAΕ (<http://www.pasiphae.eu/>) το Σεπτέμβριο του 2001 με δοκιμαστική εκπομπή σε όλο το Ηράκλειο Κρήτης και ακολούθησε η ΕΡΤ στις 6 Ιανουαρίου 2006 με δοκιμαστική εκπομπή. Μεταξύ Μαρτίου και Μαΐου 2006 έγινε η σταδιακή έναρξη εκπομπής των τριών βασικών καναλιών που αποτελούν την πιλοτική πλατφόρμα εκπομπής της ΕΡΤ, την ΕΡΤ Ψηφιακή [1].

Μέχρι και το τέλος του καλοκαιριού 2009 η ψηφιακή τηλεόραση στην Ελλάδα περιοριζόταν στη πλατφόρμα της ΕΡΤ που αποτελείται από το σινέ+ με ταινίες, το σπορ+ με αθλητικά, και το πρίσμα+ κανάλι γενικού ενδιαφέροντος και σαφή προσανατολισμό/υποστήριξη σε άτομα με αναπηρίες (βλ. υπότιτλοι, νοηματική γλώσσα σε κάποια προγράμματα κ.ο.κ.). Επίσης αναμεταδίδεται και το δορυφορικό ΡΙΚ.

Στις 24 Ιουνίου 2009 παρουσιάστηκε η εταιρία Digea A.E., νομικό πρόσωπο που συστήθηκε από κοινού από τα κανάλια Alpha, Alter, Antenna, Makedonia TV, Mega, Σκάι και Star και η οποία έχει αναλάβει την ψηφιακή εκπομπή των τηλεοπτικών προγραμμάτων τόσο των ιδιωτικών σταθμών εθνικής εμβέλειας καθώς και όποιων άλλων σταθμών προτιμήσουν τις υπηρεσίες της.

Στις 24 Σεπτεμβρίου 2009, ξεκίνησε η μετάβαση των ελληνικών ιδιωτικών καναλιών εθνικής εμβέλειας σε ψηφιακό σήμα, με πρώτη περιοχή εκπομπής τον Κορινθιακό Κόλπο. Στις 14 Ιανουαρίου

του 2010 ξεκίνησε η ψηφιακή εκπομπή στη Θεσσαλονίκη, από τα κέντρα εκπομπής Χορτιάτη και Φιλιππείου, στις 18 Ιουνίου του 2010 ήρθε στην Αττική και στις 25 Φεβρουαρίου 2011, η πόλη της Ρόδου βλέπει πλέον ψηφιακά.

Σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όλες οι ευρωπαϊκές χώρες θα πρέπει να σταματήσουν την προβολή των αναλογικών προγραμμάτων μέχρι το τέλος του 2012. Η ημερομηνία αυτή θα ισχύσει καταληκτικά και για την Ελλάδα, παρόλο που σε παλαιότερη επικοινωνία της Ελληνικής κυβέρνησης με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει παρουσιασθεί πιθανό χρονοδιάγραμμα που ορίζει την έναρξη της διαδικασίας από το 2010 και την σταδιακή μεταφορά σε ψηφιακή εκπομπή μέχρι και το 2012, την καταληκτική ημερομηνία και για την Ελλάδα.

2.5 Γενικές Αρχές Επίγειας Ψηφιακής Μετάδοσης Ευρείας Κάλυψης

Το πιο πρόσφατο χρονικά πρότυπο DVB-T καθορίζει τις προδιαγραφές ενός βασικού συστήματος μετάδοσης για την επίγεια ψηφιακή εκπομπή ευρείας κάλυψης. Το πρότυπο αυτό αποτελεί τη συνέχεια του προγενέστερου προτύπου DVB-T (ETS 300 744, [2]) και περιγράφει την κωδικοποίηση καναλιού/διαμορφωτή συστήματος που χρησιμοποιείται για την επίγεια μετάδοση του ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος.

Το πρότυπο DVB-T αναπτύχθηκε από το DVB Forum και εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων ETSI (**European Telecommunications Standards Institute**) το Νοέμβριο του 2004. Μέχρι σήμερα συστήματα μετάδοσης DVB-T αξιοποιούνται σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τη Ρωσία, την Ανατολική Ευρώπη, την Ινδία, τη Σιγκαπούρη, τη Σαουδική Αραβία και την Αυστραλία και τώρα πρόσφατα και στην Ελλάδα. Τα αντίστοιχα πρότυπα που αξιοποιούνται για την επίγεια ψηφιακή μετάδοση υπηρεσιών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στην Ιαπωνία είναι το ATSC και το ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting).

Το πρότυπο ATSC υπολείπεται ως προς κάποια χαρακτηριστικά σε σχέση με το αντίστοιχο Ευρωπαϊκό όπως στην κινητικότητα του τελικού χρήστη, την αντοχή σε φαινόμενα πολυδοικών διαλείψεων και τη δημιουργία Single Frequency Networks (SFN), ενώ το πρότυπο ISDB-T βασίζεται στη φιλοσοφία του προτύπου DVB-T.

Το πρότυπο DVB-T καθορίζει τις προδιαγραφές ενός συστήματος επίγειας εκπομπής ευρείας κάλυψης και περιορίζεται αποκλειστικά στην περιγραφή των λειτουργιών του διαμορφωτή παραλείποντας τον καθορισμό των τεχνολογιών για την υλοποίηση των καναλιών επιστροφής και την παροχή αμφίδρομων πολυμεσικών και διαδικτυακών υπηρεσιών, καθώς και τις προδιαγραφές για τη δημιουργία του σήματος βασικής ζώνης. Ο διαμορφωτής δέχεται από τον πολυπλέκτη/ενθυλακωτή την τελική ροή μεταφοράς MPEG-2 στην οποία περιέχονται πολυπλεγμένες οι υπηρεσίες εικόνας, ήχου και δεδομένων υπό τη μορφή σήματος βασικής ζώνης και στην έξοδο του παράγει το προς μετάδοση σήμα RF.

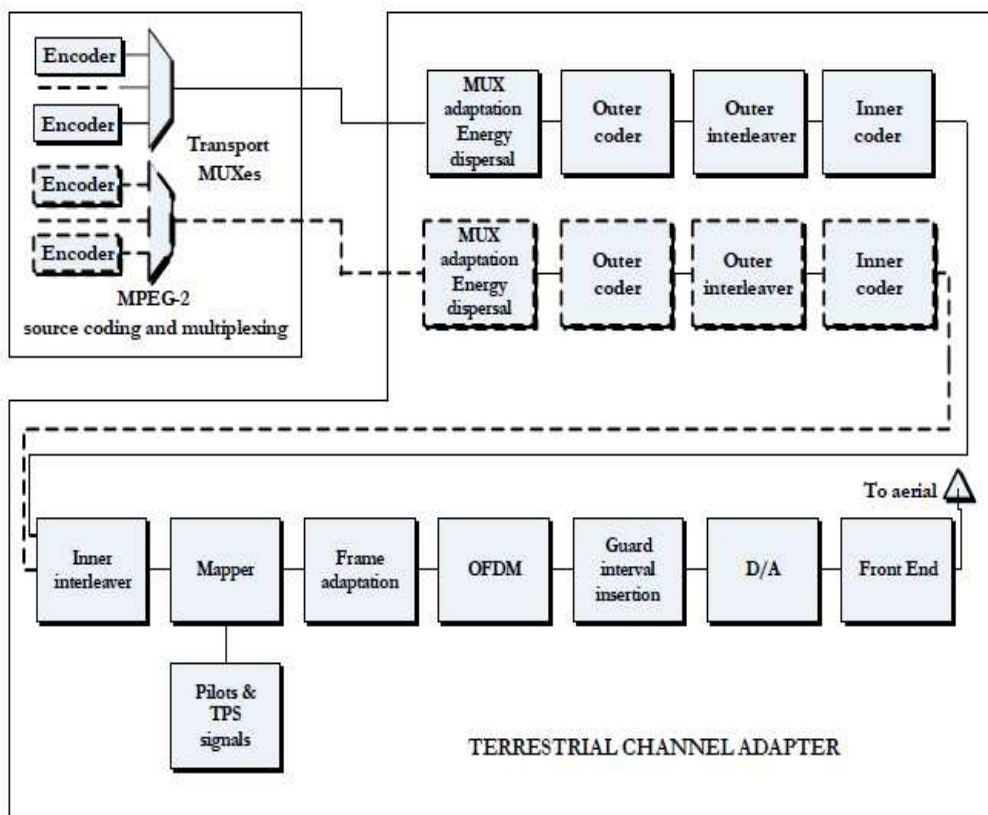
Το εύρος ζώνης του σήματος αυτού είναι 8MHz και μεταδίδεται σε ένα από τα διαθέσιμα κανάλια UHF (21ch. – 69ch.). Ο διαμορφωτής DVB-T χρησιμοποιεί σχήμα COFDM στην επίγεια μετάδοση για την αντιμετώπιση του φαινομένου των επιλεκτικών ως προς τη συχνότητα διαλείψεων. Η τεχνική COFDM περιλαμβάνει μία μέθοδο για τη διαμόρφωση πολλαπλών φερόντων και αποτελεί ένα αντικείμενο μελέτης ευρέως ενδιαφέροντος για πολλά χρόνια.

Έγινε πρώτα ελκυστική για τη μετάδοση σημάτων με τη χρήση διακριτών Μετασχηματισμών Fourier και πιο πρόσφατα χρησιμοποιώντας μετασχηματισμούς FFT (**Fast Fourier Transform**). Είναι αρκετά ανθεκτική στη λήψη πολυδοικών σημάτων και είναι χρήσιμη για κανάλια που παρουσιάζουν γραμμικές παραμορφώσεις. Είναι η διαμόρφωση που επιλέχθηκε από την οικογένεια προτύπων DVB για την ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού προτύπου επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T) και ως τεχνική μετάδοσης γενικά είναι η κύρια υποψήφια για τις τεχνολογίες προσωπικών επικοινωνιών 4ης γενιάς και των ασύρματων επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας.

Η τεχνική διαμόρφωσης COFDM χρησιμοποιεί χιλιάδες ξεχωριστά φέροντα σήματα για τη μεταφορά του σήματος δεδομένων, διαμοιράζοντας τα δεδομένα σε κάθε φέρον. Το σήμα δεδομένων έπειτα διαμορφώνει αυτά τα φέροντα σύμφωνα με τα πρότυπα διαμόρφωσης QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) και QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Επιλέγοντας το σωστό τύπο του

σήματος φέροντος είναι δυνατόν να σχηματιστεί ένα σύνολο φερόντων τα οποία είναι κοντά τοποθετημένα μαζί και δεν υπάρχει η ανάγκη για την ύπαρξη κενού εύρους συχνότητας μεταξύ τους. Αυτό είναι ένα βασικό στοιχείο της τεχνικής COFDM όπου τα φέροντα σήματα είναι κοντά τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο σε ένα κανάλι RF (radiofrequency) δίχως την ύπαρξη κενού εύρους ενώ κάθε ξεχωριστό φέρον μπορεί ληφθεί από το σύνολο τους. Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά μετάδοσης και τις ρυθμίσεις λειτουργίας για τη μετάδοση DVB-T είναι δυνατόν να επιτευχθεί ωφέλιμος ρυθμός μετάδοσης μεταξύ 4Mb/s έως και 31Mb/s.

Αυτό αποτελεί μία δυνατότητα για περισσότερη ευελιξία στο σχεδιασμό δικτύων επίγειας ψηφιακής μετάδοσης ευρείας κάλυψης. Το πρότυπο DVB-T συνδυάζει την τεχνική COFDM με κωδικοποίηση και διεμπλοκή δύο επιπέδων που καθιστούν το σήμα ιδιαίτερα ανθεκτικό σε καταστάσεις πολυοδικής διάδοσης και παρεμβολών. Το σύστημα επίγειας ψηφιακής μετάδοσης καθορίζεται από την Εικόνα 1 όπου παρουσιάζεται το λειτουργικό μπλοκ διάγραμμα με βάση το οποίο πραγματοποιείται η προσαρμογή των τηλεοπτικών σημάτων βασικής ζώνης από την έξοδο του πολυπλέκτη/ενθυλακωτή MPEG-2 TS (Moving Pictures Experts Group Transport Stream) στα χαρακτηριστικά του επίγειου καναλιού.



Εικόνα 1 : Λειτουργικό Διάγραμμα Διαμορφότη DVB-T

Οι βασικές λειτουργίες της μετατροπής του σήματος βασικής ζώνης στο προς μετάδοση σήμα παρουσιάζονται παρακάτω με τη σειρά που εφαρμόζονται στη ροή μεταφοράς MPEG-2:

- Προσαρμογή ροής μεταφοράς και τυχαιοποίηση,
- Εξωτερική κωδικοποίηση (προστασία έναντι λαθών με κώδικα Reed-Solomon),
- Εξωτερική συνελκτική διεμπλοκή (convolutional interleaving),
- Εσωτερική κωδικοποίηση με διατρητό συνελκτικό κώδικα (punctured convolutional code),
- Εσωτερική διεμπλοκή (inner interleaving),
- Αντιστοίχιση και διαμόρφωση φερόντων σημάτων,

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

- Μετάδοση με τη χρήση πολυπλεξίας με διαίρεση σε ορθογώνιες συχνότητες (OFDM),
- Άνω μετατροπή στη συχνότητα RF (up conversion).

Το σύστημα αυτό είναι απόλυτα συμβατό με τα κωδικοποιημένα τηλεοπτικά σήματα MPEG-2 σύμφωνα με τα πρότυπα ISO/IEC 13818 και έχει σχεδιαστεί για τη μετάδοση επίγειων ψηφιακών τηλεοπτικών υπηρεσιών στην ήδη υπάρχουσα περιοχή φάσματος των συχνοτήτων UHF (Ultra High Frequency) που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των αναλογικών τηλεοπτικών προγραμμάτων σήμερα. Επιπλέον απαιτείται από το σύστημα μετάδοσης να παρέχει επαρκή προστασία στα υψηλά επίπεδα των παρεμβολών παρακείμενου καναλιού και των ομοκαναλικών παρεμβολών που προέρχονται από τις υπάρχουσες υπηρεσίες PAL (**Phase Alternate Line**)/SECAM (**Sequential Color Memory**)/NTSC (**National Television System Committee**). Επίσης απαιτείται το σύστημα αυτό να επιτρέπει την καλύτερη δυνατή απόδοση φάσματος όταν χρησιμοποιείται στις συχνότητες UHF. Αυτή η απαίτηση μπορεί να επιτευχθεί όταν αξιοποιηθεί η λειτουργία SFN. Για την αξιοποίηση της κοινής χρήσης με τα πρότυπα του ETSI για τη δορυφορική και καλωδιακή μετάδοση, η εξωτερική κωδικοποίηση και διεμπλοκή είναι κοινές με αυτές του προτύπου DVB-T ενώ η εσωτερική κωδικοποίηση είναι κοινή μόνο με το πρότυπο της δορυφορικής εκπομπής. Επιπλέον για τον βέλτιστο συμβιβασμό μεταξύ της τοπολογίας του δικτύου επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης και της απόδοσης της συχνότητας, ένα διάστημα φρούρησης καθορίζεται που επιτρέπει διαφορετικές δικτυακές διατάξεις όπως δίκτυα SFN μεγάλης εμβέλειας διατηρώντας παράλληλα τη μέγιστη απόδοση συχνότητας.

Το σύστημα μετάδοσης DVB-T επιτρέπει τη χρήση διαφορετικών επιπέδων διαμόρφωσης QAM και διαφορετικούς ρυθμούς εσωτερικής κωδικοποίησης και παράλληλα επιτρέπει την αξιοποίηση δύο επιπέδων ιεραρχικής κωδικοποίησης και διαμόρφωσης καναλιού. Σε αυτήν την περίπτωση το λειτουργικό μπλοκ διάγραμμα του συστήματος επεκτείνεται περιλαμβάνοντας τα στοιχεία που φαίνονται στην Εικόνα 1 με διακεκομμένες γραμμές. Στην περίπτωση της ιεραρχικής διαμόρφωσης το σήμα βασικής ζώνης διαχωρίζεται σε δύο ροές μεταφοράς: μία υψηλής και μία χαμηλής προτεραιότητας και τα δύο αυτά σήματα διαμορφώνονται ταυτόχρονα σε ένα ιεραρχικό σχήμα QAM. Έτσι ένας δέκτης με κακές συνθήκες λήψης λαμβάνει μόνο τα δεδομένα υψηλής προτεραιότητας ενώ ένας με καλύτερες λαμβάνει το σύνολο των υπηρεσιών. Η λειτουργία αυτή δίνει τη δυνατότητα ευελιξίας στο σύστημα μετάδοσης της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης ειδικά όταν συνοδευτεί από κλιμακωτή κωδικοποίηση της κινούμενης εικόνας κατά MPEG-2.

2.6 Περαιτέρω ανάλυση των συστημάτων DVB-T

Μια νέα εποχή στην τηλεοπτική μετάδοση έχει ξημερώσει με την εισαγωγή των ψηφιακών τηλεοπτικών προτύπων ραδιοφωνικής αναμετάδοσης (DVB). Αντιπροσωπεύει μια ιδιαίτερη τεχνολογική ευκαιρία που επιτρέπει στους τηλεοπτικούς εκφωνητές την παροχή υπηρεσιών που ικανοποιούν τις προσδοκίες και τις απαιτήσεις των προηγμένων χρηστών, όπως των χρηστών του 21ου αιώνα. Ειδικότερα το DVB-T, έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- 1) περισσότερα του ενός προγράμματος στο ίδιο κατειλημμένο εύρος ζώνης ραδιοσυχνότητας (RF) (χαρακτηριστικά τέσσερα ή περισσότερα),
- 2) χαμηλότερη ισχύς RF απαιτείται για να καλυφθεί η ίδια απόσταση (δηλ., μεγαλύτερη ανοχή στο θόρυβο και τις διαταραχές),
- 3) καλύτερη ποιότητα εικόνων,
- 4) δυνατότητα στα δίκτυα SFN,
- 5) κινητή υποδοχή, η οποία αποκλείεται εντελώς στα αναλογικά συστήματα.

3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ – ΜΕΓΙΣΤΑ ΕΠΙΤΡΕΠΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ

3.1 Η σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/519/ΕΚ

3.1.1 Εισαγωγή στις οδηγίες της σύστασης 1999/519/ΕΚ

Η σύσταση αυτή [3] αναφέρεται στην έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία συχνοτήτων 0Hz-300 GHz. Πρόκειται για οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς τα κράτη-μέλη που αποσκοπούν στην προστασία της υγείας του κοινού και, κατά συνέπεια, εφαρμόζονται ιδίως στους χώρους όπου το κοινό παραμένει για σημαντικό χρονικό διάστημα σε σχέση με τις επιπτώσεις που καλύπτονται από την σύσταση αυτή. Σύμφωνα με την σύσταση αυτή το κοινοτικό πλαίσιο, το οποίο στηρίζεται στον ήδη υφιστάμενο μεγάλο όγκο επιστημονικής τεκμηρίωσης, πρέπει να βασίζεται στα βέλτιστα διαθέσιμα επιστημονικά στοιχεία και γνώμες στον τομέα αυτόν και πρέπει να περιλαμβάνει βασικούς περιορισμούς και επίπεδα αναφοράς για την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Λαμβανομένου υπόψη ότι ως βάση για τους συνιστώμενους περιορισμούς της έκθεσης έχουν χρησιμοποιηθεί μόνον αποδεδειγμένες επιπτώσεις για το θέμα αυτό, η διεθνής επιτροπή για την προστασία από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες (ICNIRP) έχει διατυπώσει γνώμη την οποία έχει επικυρώσει η επιστημονική συντονιστική επιτροπή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και το πλαίσιο αυτό πρέπει να επανεξετάζεται και να επαναξιολογείται τακτικά βάσει των νέων γνώσεων και των νέων εξελίξεων της τεχνολογίας και της χρήσης πηγών και πρακτικών που προκαλούν έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Η σύσταση αυτή καλεί προκειμένου να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας της υγείας από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, καλεί τα Κράτη-μέλη:

- a. να θεσπίσουν πλαίσιο βασικών περιορισμών και επιπέδων αναφοράς με βάση τις οδηγίες του παραρτήματος I.B της σύστασης αυτής,
- b. να εφαρμόσουν μέτρα, σύμφωνα με το πλαίσιο αυτό, όσον αφορά τις πηγές ή πρακτικές που έχουν ως αποτέλεσμα την ηλεκτρομαγνητική έκθεση του κοινού όταν ο χρόνος έκθεσης είναι σημαντικός, πλην της έκθεσης για ιατρικούς λόγους κατά την οποία πρέπει να σταθμίζονται δεόντως οι κίνδυνοι και τα οφέλη της έκθεσης πέραν των βασικών περιορισμών,
- c. να επιδιώξουν την τήρηση των βασικών περιορισμών που προβλέπονται στο παράρτημα II της σύστασης αυτής για την έκθεση του κοινού.

Η σύσταση αυτή επίσης προκειμένου να διευκολυνθεί και να προαχθεί η τήρηση των βασικών περιορισμών που προβλέπονται στο παράρτημα II αυτής, συνιστά στα κράτη μέλη:

- a. να λαμβάνουν υπόψη τα επίπεδα αναφοράς του παραρτήματος III αυτής για την εκτίμηση της έκθεσης ή εφόσον υπάρχουν, στο βαθμό που αναγνωρίζονται από το οικείο κράτος μέλος, τα Ευρωπαϊκά ή Εθνικά πρότυπα που βασίζονται σε συμφωνημένες και επιστημονικά αποδεδειγμένες διαδικασίες υπολογισμού και μέτρησης σχεδιασμένες για την αξιολόγηση της τήρησης των βασικών περιορισμών,
- b. να αξιολογούν τις καταστάσεις στις οποίες υπάρχουν πηγές πολλαπλών συχνοτήτων, σύμφωνα με τους τύπους του παραρτήματος IV αυτής, τόσο από πλευράς βασικών περιορισμών όσο και από πλευράς επιπέδων αναφοράς,
- c. να λαμβάνουν ενδεχομένως υπόψη κριτήρια, ανάλογα με την περίπτωση, όπως η διάρκεια της έκθεσης, τα εκτιθέμενα μέρη του σώματος, η ηλικία και η κατάσταση της υγείας του κοινού.

Τέλος η σύσταση αυτή συνιστά στα Κράτη-μέλη:

- A. να εξετάζουν τόσο τους κινδύνους όσο και τα οφέλη κατά τη λήψη αποφάσεων για το κατά πόσον απαιτείται ή όχι η ανάληψη δράσης, όταν υιοθετούν πολιτικές ή μέτρα σχετικά με την έκθεση του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

- B. να παρέχουν στο κοινό πληροφορίες, με την κατάλληλη μορφή, σχετικά με την επίδραση που έχουν στην υγεία τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, καθώς και τα μέτρα που λαμβάνονται για την αντιμετώπισή τους, προκειμένου να βελτιωθεί η κατανόηση των κινδύνων και η προστασία από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία,
- C. να προωθούν και να επισκοπούν την έρευνα που αφορά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την ανθρώπινη υγεία, στα πλαίσια των Εθνικών ερευνητικών προγραμμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις Κοινοτικές και Διεθνείς ερευνητικές συστάσεις και προσπάθειες του ευρύτερου δυνατού φάσματος πηγών, προκειμένου να βελτιωθούν οι γνώσεις γύρω από τις επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην υγεία,
- D. να καταρτίσουν εκθέσεις για την πείρα που αντλούν από τα μέτρα που θεσπίζουν στον τομέα που καλύπτει η σύσταση αυτή, και να ενημερώσουν σχετικά την Επιτροπή, τρία έτη μετά την ημερομηνία έκδοσης της σύστασης αυτής, επισημαίνοντας τον τρόπο με τον οποίο την έλαβαν υπόψη σ' αυτά τα μέτρα, προκειμένου να συμβάλουν στη δημιουργία ενός συνολικού συστήματος προστασίας από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Επειδή τα όρια για έκθεση σε μη ιονίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες στην Ελλάδα στηρίζονται στην σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/519/ΕΚ [3], για την πλήρη παρουσίαση του θέματος στον αναγνώστη, παρατίθενται αυτούσια στην συνέχεια τα παραρτήματα της σύστασης αυτής από το φύλλο της Επίσημης Εφημερίδας των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 30-7-1999.

3.1.2 Παράρτημα I της σύστασης 1999/519/ΕΚ - ΟΡΙΣΜΟΙ

Στα πλαίσια της παρούσας σύστασης, ο όρος ηλεκτρομαγνητικά πεδία (ΗΜΠ) περιλαμβάνει τα στατικά πεδία, τα πεδία ιδιαίτερα χαμηλής συχνότητας (ELF) και τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF), συμπεριλαμβανομένων των μικροκυμάτων, και καλύπτει τη ζώνη συχνοτήτων από 0 Hz έως 300 GHz.

A. ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

Στα πλαίσια της έκθεσης σε ΗΜΠ χρησιμοποιούνται συχνά οκτώ φυσικά μεγέθη:

Ρεύμα επαφής (I_c): μεταξύ ενός ατόμου και ενός αντικειμένου-εκφράζεται σε αμπέρ (A). Ένα αγώγιμο σώμα που βρίσκεται σε ένα ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να φορτιστεί από το πεδίο αυτό.

Πυκνότητα ρεύματος (J): ορίζεται ως το ρεύμα που διέρχεται από μοναδιαία διατομή τριςδιάστατου αγωγού, όπως το ανθρώπινο σώμα, κάθετα από τη διεύθυνσή του και εκφράζεται σε αμπέρ ανά τετραγωνικό μέτρο (A/m²).

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου (E): είναι το διανυσματικό μέγεθος που αντιστοιχεί στη δύναμη που ασκείται σε ένα φορτισμένο σωματίδιο, ανεξάρτητα από την κίνησή του στο χώρο. Εκφράζεται σε βολτ ανά μέτρο (V/m).

Ένταση μαγνητικού πεδίου (H): είναι ένα διανυσματικό μέγεθος, το οποίο, σε συνδυασμό με την πυκνότητα μαγνητικής ροής, ορίζει ένα μαγνητικό πεδίο σε κάθε σημείο του χώρου. Εκφράζεται σε αμπέρ ανά μέτρο (A/m).

Πυκνότητα μαγνητικής ροής (B): είναι ένα διανυσματικό μέγεθος, από το οποίο εξαρτάται η δύναμη που ασκείται σε κινούμενα φορτία και εκφράζεται σε Τέσλα (T). Στον κενό χώρο και στα βιολογικά υλικά, μπορεί να γίνει μετατροπή της πυκνότητας μαγνητικής ροής σε ένταση του μαγνητικού πεδίου και αντίστροφα, βάσει του τύπου $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Πυκνότητα ισχύος (S): είναι το μέγεθος που χρησιμοποιείται για πολύ υψηλές συχνότητες, όταν το βάθος της διείσδυσης στο σώμα είναι μικρό. Πρόκειται για την ισχύ ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα προς μια επιφάνεια, διαιρούμενη διά το εμβαδόν της επιφάνειας, εκφράζεται δε σε Watt ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m²).

Ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA): ορίζεται ως η ενέργεια που απορροφάται ανά μονάδα βάρους βιολογικού ιστού και εκφράζεται σε Joule ανά χιλιόγραμμα (J/kg). Στις παρούσες συστάσεις χρησιμοποιείται για τον περιορισμό μη θερμικών επιπτώσεων από την ακτινοβολία παλμικών μικροκυμάτων.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Ταχύτητα ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR): υπολογιζόμενη ως μέσος όρος για όλο το σώμα ή για μέρη αυτού, ορίζεται η ταχύτητα με την οποία η ενέργεια που απορροφάται ανά μονάδα βάρους από ιστούς του σώματος, εκφράζεται δε σε Watt ανά χιλιόγραμμο (W/kg). Η SAR για όλο το σώμα είναι ένα ευρέως αποδεκτό μέτρο των δυσμενών επιδράσεων από την έκθεση σε πεδία RF. Εκτός από τη μέση SAR για όλο το σώμα, για την αξιολόγηση και τον περιορισμό της υπερβολικής απόθεσης ενέργειας σε μικρά μέρη του σώματος που οφείλεται σε ειδικές συνθήκες έκθεσης απαιτούνται και τοπικές τιμές SAR. Παραδείγματα παρόμοιων συνθηκών είναι: ένα γειωμένο άτομο που εκτίθεται σε ραδιοσυχνότητες του χαμηλού συχνοτικού φάσματος (MHz) και άτομα που εκτίθενται σε πεδία πηλίων κεραίων.

Από τα μεγέθη αυτά, η πυκνότητα μαγνητικής ροής, το ρεύμα επαφής, οι εντάσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων και η πυκνότητα ισχύος μπορούν να μετρηθούν άμεσα.

B. ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Για την εφαρμογή περιορισμών που βασίζονται στην εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων στην υγεία από ηλεκτρομαγνητικά πεδία, πρέπει να γίνεται διαφοροποίηση μεταξύ βασικών περιορισμών και επιπέδων αναφοράς.

Σημείωση: Οι βασικοί περιορισμοί και τα επίπεδα αναφοράς για τον περιορισμό της έκθεσης καταρτίστηκαν ύστερα από διεξοδική ανασκόπηση όλης της δημοσιευμένης επιστημονικής βιβλιογραφίας. Τα κριτήρια που εφαρμόστηκαν κατά την ανασκόπηση αυτή έχουν σκοπό να αξιολογηθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Ως βάση για τους προτεινόμενους περιορισμούς έκθεσης χρησιμοποιήθηκαν μόνον οι αποδεδειγμένες επιδράσεις. Δεν θεωρήθηκε ότι έχει αποδειχθεί η πρόκληση καρκίνου από μακροχρόνια έκθεση σε ELF. Ωστόσο, επειδή μεταξύ των οριακών τιμών για τις οξείες επιπτώσεις και των βασικών περιορισμών υπάρχουν συντελεστές ασφαλείας μεγέθους περίπου 50, η παρούσα σύσταση καλύπτει σιωπηρά τις ενδεχόμενες μακροπρόθεσμες επιπτώσεις ολόκληρου του φάσματος συχνοτήτων.

Βασικοί περιορισμοί: οι περιορισμοί έκθεσης σε χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία που βασίζονται άμεσα σε αποδεδειγμένες επιπτώσεις στην υγεία και σε βιολογικές μελέτες χαρακτηρίζονται ως «βασικοί περιορισμοί». Ανάλογα με τη συχνότητα του πεδίου, τα φυσικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν αυτούς τους περιορισμούς είναι η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B), η πυκνότητα ρεύματος (J), η ταχύτητα ειδικής απορρόφησης ενέργειας (SAR) και η πυκνότητα ισχύος (S). Η πυκνότητα μαγνητικής ροής και η πυκνότητα ισχύος μπορούν να μετρηθούν εύκολα σε ένα εκτιθέμενο άτομο.

Επίπεδα αναφοράς: τα επίπεδα αυτά χρησιμοποιούνται για την πρακτική εκτίμηση της έκθεσης, προκειμένου να διαπιστωθεί το ενδεχόμενο υπέρβασης των βασικών περιορισμών. Ορισμένα επίπεδα αναφοράς προέρχονται από σχετικούς βασικούς περιορισμούς, με τη χρήση μετρήσεων ή/και διαδικασιών υπολογισμού, ενώ άλλα περιλαμβάνουν την αντίληψη και τις δυσμενείς έμμεσες επιπτώσεις της έκθεσης σε ΗΜΠ. Τα παράγωγα φυσικά μεγέθη είναι η ένταση ηλεκτρικού πεδίου (H), η ένταση μαγνητικού πεδίου (E), η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B), η πυκνότητα ισχύος (S) και το ρεύμα των άκρων (I_L). Τα μεγέθη που ορίζουν την αντίληψη και άλλες έμμεσες επιδράσεις είναι το ρεύμα επαφής (I_C) και, για παλμικά πεδία, η ειδική απορρόφηση ενέργειας (SA). Σε κάθε κατάσταση έκθεσης, οι μετρούμενες ή υπολογιζόμενες τιμές πολλών από αυτά τα μεγέθη μπορούν να συγκριθούν με το αντίστοιχο επίπεδο αναφοράς.

Η συμμόρφωση με το επίπεδο αναφοράς εξασφαλίζει τη συμμόρφωση με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό. Εάν η μετρούμενη τιμή υπερβαίνει το επίπεδο αναφοράς, δεν έπεται κατ' ανάγκη και υπέρβαση του βασικού περιορισμού. Πάντως, κάτω από αυτές τις συνθήκες, θα πρέπει να εξακριβωθεί η συμμόρφωση ή μη με το βασικό περιορισμό.

Στην παρούσα σύσταση δεν προβλέπονται ποσοτικοί περιορισμοί για στατικά ηλεκτρικά πεδία. Παρ' όλα αυτά, συνιστάται η αποφυγή ενοχλητικών ηλεκτρικών φορτίων επιφάνειας και εκνευριστικών ή ενοχλητικών εκκενώσεων σπινθήρων.

Ορισμένα μεγέθη, όπως η πυκνότητα μαγνητικής ροής (B) και η πυκνότητα ισχύος (S) χρησιμοποιούνται τόσο για τους βασικούς περιορισμούς όσο και για τα επίπεδα αναφοράς, σε ορισμένες συχνότητες (βλέπε παραρτήματα II και III).

3.1.3 Παράρτημα II της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Ανάλογα με τη συχνότητα, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα φυσικά μεγέθη (δοσιμετρικά/εκθεσιμετρικά μεγέθη), για τον προσδιορισμό των βασικών περιορισμών όσον αφορά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία:

- για συχνότητες από 0 έως 1 Hz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα της μαγνητικής ροής στατικών μαγνητικών πεδίων (0 Hz) και για την πυκνότητα ρεύματος χρονικώς μεταβαλλόμενων πεδίων έως 1 Hz, για την πρόληψη επιπτώσεων στο καρδιαγγειακό και στο κεντρικό νευρικό σύστημα,
- για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα ρεύματος, για την πρόληψη επιπτώσεων σε λειτουργίες του νευρικού συστήματος,
- για συχνότητες από 100 kHz έως 10 GHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για τη SAR, για την πρόληψη θερμοπληξίας ολόκληρου του σώματος και υπερβολικής τοπικής θέρμανσης των ιστών. Για συχνότητες από 100 kHz έως 10 MHz, προβλέπονται περιορισμοί και για την πυκνότητα ρεύματος και για τη SAR,
- για συχνότητες από 10 GHz έως 300 GHz, προβλέπονται βασικοί περιορισμοί για την πυκνότητα ισχύος, για την πρόληψη της θέρμανσης των ιστών στην επιφάνεια του σώματος ή κοντά της.

Οι βασικοί περιορισμοί που περιέχονται στον πίνακα 1 έχουν οριστεί έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι αβεβαιότητες που υπάρχουν όσον αφορά την ατομική ευαισθησία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και τις διαφορές όσον αφορά την ηλικία και την κατάσταση της υγείας του κοινού.

Ζώνη συχνοτήτων	Μαγνητική επαγωγή (mT)	Πυκνότητα ρεύματος (mA/m ²) (rms)	Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης για όλο το σώμα (W/Kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (κεφάλι και κορμός) (W/Kg)	Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (άκρα) (W/kg)	Πυκνότητα ισχύος S (W/m ²)
0Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1Hz	-	8	-	-	-	-
1-4Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1 KHz-100 KHz	-	f/500	-	-	-	-
100 KHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10 - 300 GHz	-	-	-	-	-	10

Πίνακας 1 : Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz - 300 GHz)

Σημειώσεις:

1. f είναι η συχνότητα σε Hz.
2. Ο βασικός περιορισμός της πυκνότητας ρεύματος αποσκοπεί στην προστασία από τις επιπτώσεις της άμεσης έκθεσης στους ιστούς του κεντρικού νευρικού συστήματος της κεφαλής και του κορμού του σώματος και εμπεριέχει έναν παράγοντα ασφάλειας. Οι βασικοί περιορισμοί για τα πεδία ELF βασίζονται στις διαπιστωμένες δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι οξείες αυτές επιπτώσεις είναι σχεδόν ακαριαίες, και δεν υπάρχουν επιστημονικές

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

ενδείξεις που να συνηγορούν υπέρ αλλαγής των βασικών περιορισμών για τη βραχυχρόνια έκθεση. Επειδή όμως αυτοί αναφέρονται σε δυσμενείς επιπτώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ο συγκεκριμένος βασικός περιορισμός μπορεί να επιτρέπει και μεγαλύτερες πυκνότητες ρεύματος σε άλλους ιστούς του σώματος υπό τις ίδιες συνθήκες έκθεσης.

3. Λόγω της ηλεκτρικής ανομοιογένειας του σώματος, οι πυκνότητες ρεύματος πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος επί διατομής εμβαδού 1cm^2 κάθετης προς τη διεύθυνση του ρεύματος.
4. Για συχνότητες έως 100 kHz, οι τιμές αιχμής της πυκνότητας του ρεύματος κορυφής μπορούν να υπολογιστούν με πολλαπλασιασμό της τιμής rms επί $\sqrt{2}$ ($=1,414$). Για παλμούς διάρκειας t_p , η αντίστοιχη συχνότητα η εφαρμοστέα στους βασικούς περιορισμούς υπολογίζεται με τον τύπο $f = 1/(2t_p)$.
5. Για συχνότητες έως 100 kHz και για παλμικά μαγνητικά πεδία, η μέγιστη πυκνότητα ρεύματος που προκύπτει από τους παλμούς μπορεί να υπολογιστεί από το χρόνο ανόδου/καθόδου και τη μέγιστη ταχύτητα αλλαγής της πυκνότητας της μαγνητικής ροής. Η πυκνότητα του επαγωγικού ρεύματος μπορεί στη συνέχεια να συγκριθεί με τον αντίστοιχο βασικό περιορισμό.
6. Θα πρέπει να εξάγεται ο μέσος όρος όλων των τιμών SAR ανά εξάλεπτες χρονικές περιόδους.
7. Η τοπική SAR υπολογίζεται ως μέσος όρος επί μάζας 10g παρακειμένων ιστών. Η μεγαλύτερη SAR που προκύπτει κατ' αυτόν τον τρόπο πρέπει να αποτελεί την τιμή που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της έκθεσης. Τα εν λόγω 10g ιστού υπονοούν συνεχόμενη μάζα ιστού με σχεδόν ομοιογενείς ηλεκτρικές ιδιότητες. Αναγνωρίζεται ότι η έννοια της συνεχόμενης μάζας ιστού είναι χρήσιμη για τους δοσιμετρικούς υπολογισμούς αλλά παρουσιάζει δυσκολίες όσον αφορά τις άμεσες φυσικές μετρήσεις. Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται απλά γεωμετρικά σχήματα, π.χ. κυβικά μέρη ιστών, αρκεί οι υπολογιζόμενες δοσιμετρικές ποσότητες να έχουν συντηρητικές τιμές σε σχέση με τις κατευθυντήριες γραμμές για τα επίπεδα έκθεσης.
8. Για παλμούς διάρκειας t_p η αντίστοιχη συχνότητα που πρέπει να εφαρμοστεί στους βασικούς περιορισμούς πρέπει να υπολογίζεται ως $f = 1/(2t_p)$. Εκτός αυτού, για παλμικές εκθέσεις, στη ζώνη συχνοτήτων 0,3 έως 10GHz και για τοπικές εκθέσεις της κεφαλής, προκειμένου να περιοριστούν και να αποφευχθούν επιδράσεις στην ακοή που προκαλούνται από τη θερμοελαστική διαστολή, συνιστάται η εφαρμογή ενός συμπληρωματικού βασικού περιορισμού: ότι η ειδική απορρόφηση (SA) δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2mJ/kg (μέσος όρος 10g ιστού).

3.1.4 Παράρτημα III της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Για λόγους σύγκρισης με τις τιμές των μετρούμενων μεγεθών, προβλέπονται επίπεδα αναφοράς όσον αφορά την έκθεση. Η τήρηση όλων των προτεινόμενων επιπέδων αναφοράς θα εξασφαλίσει την τήρηση των βασικών περιορισμών.

Εάν οι μετρούμενες τιμές είναι μεγαλύτερες από τα επίπεδα αναφοράς, αυτό δεν σημαίνει αυτομάτως και υπέρβαση των βασικών περιορισμών. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να εκτιμηθεί κατά πόσον τα επίπεδα έκθεσης είναι χαμηλότερα από τους βασικούς περιορισμούς.

Τα επίπεδα αναφοράς για τον περιορισμό της έκθεσης προέρχονται από τους βασικούς περιορισμούς, υπό συνθήκες μέγιστης σύζευξης του πεδίου με το εκτιθέμενο σε αυτό άτομο, παρέχοντας έτσι το μέγιστο βαθμό προστασίας. Στους πίνακες 2 και 3 παρέχεται μια σύνοψη των επιπέδων αναφοράς. Τα επίπεδα αναφοράς αποτελούν γενικά μέσες τιμές για όλο το σώμα του εκτιθέμενου ατόμου, με τη σημαντική όμως προϋπόθεση ότι δεν θα γίνεται υπέρβαση των βασικών περιορισμών τοπικής έκθεσης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν η έκθεση επικεντρώνεται σε ένα σημείο, όπως π.χ. με τα κινητά τηλέφωνα και το ανθρώπινο κεφάλι, η χρήση των επιπέδων αναφοράς δεν ενδείκνυται. Στις περιπτώσεις αυτές, η συμμόρφωση με τους βασικούς περιορισμούς τοπικής έκθεσης πρέπει να αξιολογείται άμεσα.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα επίπεδα αναφοράς σύμφωνα με την σύσταση 1999/519/EK του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου B (μT)	Ισοδύναμη Πυκνότητα ισχύος επιπέδου κύματος (W/m ²)
0-1 Hz	-	$3.2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	-
1-8 Hz	10000	$3.2 \cdot 10^4 / f^2$	$4 \cdot 10^4 / f^2$	-
8-25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	-
0.025-0.8 KHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
0.8-3 KHz	$250 / f$	5	6.25	-
3-150 KHz	87	5	6.25	-
0.15-1 MHz	87	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
1-10 MHz	$87 / f^{0.5}$	$0.73 / f$	$0.92 / f$	-
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000 MHz	$1.375 \cdot f^{0.5}$	$0.0037 \cdot f^{0.5}$	$0.0046 \cdot f^{0.5}$	$f / 200$
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

Πίνακας 2 : Επίπεδα αναφοράς για Ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz – 300GHz, σταθερές τιμές rms)

Σημειώσεις:

1. f όπως ορίζεται στη στήλη της ζώνης συχνοτήτων.
2. Για συχνότητες από 100 kHz έως 10 GHz, τα S_{eq} , E^2 , H^2 και B^2 πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος για κάθε χρονική περίοδο διάρκειας έξι λεπτών.
3. Για συχνότητες που υπερβαίνουν τα 10 GHz, τα S_{eq} , E^2 , H^2 και B^2 πρέπει να εκφράζονται ως μέσος όρος για κάθε χρονική περίοδο διάρκειας $68/f^{1.05}$ λεπτών (f σε GHz).
4. Δεν ορίζεται τιμή πεδίου E για συχνότητες <1 Hz, που είναι στην πραγματικότητα στατικά ηλεκτρικά πεδία. Για τους περισσότερους ανθρώπους, η ενοχλητική αίσθηση επιφανειακών ηλεκτρικών φορτίσεων δεν γίνεται αντιληπτή σε πεδία με ένταση μικρότερη από 25KV/m. Πρέπει να αποφεύγονται οι εκνευριστικές ή ενοχλητικές εκκενώσεις σπινθήρων.

Σημείωση:

Δεν ορίζονται μεγαλύτερα επίπεδα αναφοράς για τη βραχυχρόνια έκθεση σε πεδία ELF (βλέπε πίνακα 1, σημείωση 2). Σε πολλές περιπτώσεις, και αν ακόμη οι μετρούμενες τιμές υπερβαίνουν τα επίπεδα αναφοράς, δεν έπεται κατ' ανάγκη και υπέρβαση του βασικού περιορισμού.

Εφόσον αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των έμμεσων επιδράσεων της έκθεσης (π.χ. μικροσόκ), είναι παραδεκτή η υπέρβαση των γενικών επιπέδων αναφοράς για το κοινό, αρκεί να μην παραβιάζεται και ο βασικός περιορισμός της πυκνότητας ρεύματος. Σε πολλές περιπτώσεις που απαντούν στην πράξη, η έκθεση σε εξωτερικά πεδία ELF στα επίπεδα αναφοράς επάγει πυκνότητες ρεύματος στο κεντρικό νευρικό σύστημα χαμηλότερες από τους βασικούς περιορισμούς.

Αναγνωρίζεται επίσης ότι πλείστες όσες κοινότητες συσκευές εκπέμπουν εντοπισμένα πεδία κατ' υπέρβαση των επιπέδων αναφοράς. Συνήθως όμως αυτό συμβαίνει υπό συνθήκες έκθεσης τέτοιες ώστε, λόγω ασθενούς σύζευξης μεταξύ πεδίου και σώματος, να μη σημειώνεται υπέρβαση των βασικών περιορισμών.

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Για τις τιμές αιχμής ισχύουν τα ακόλουθα επίπεδα αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου E (V/m), την ένταση του μαγνητικού πεδίου H (A/m) και την πυκνότητα μαγνητικής ροής B (μT):

- για συχνότητες έως 100 kHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί $\sqrt{2}$ (=1,414). Για παλμούς διάρκειας t_p η αντίστοιχη εφαρμοστέα συχνότητα υπολογίζεται ως $f = 1/(2t_p)$,
- για συχνότητες από 100 kHz έως 10 MHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί 10α, όπου $a = [0,665 \cdot \text{Log}(f/10^5) + 0,176]$, με τη συχνότητα f εκφρασμένη σε Hz,
- για συχνότητες από 10 MHz έως 300 GHz, οι τιμές αιχμής αναφοράς προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων τιμών rms επί 32.

Σημείωση:

Γενικά, προκειμένου για παλμικά ή/και παροδικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων, υπάρχουν βασικοί περιορισμοί και επίπεδα αναφοράς εξαρτώμενα από τη συχνότητα, βάσει των οποίων μπορούν να αποτιμηθούν οι κίνδυνοι και να καταρτιστούν κατευθυντήριες γραμμές για την έκθεση σε παλμικές ή/και παροδικές πηγές.

Η συντηρητική προσέγγιση παριστά το παλμικό ή παροδικό σήμα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ως φάσμα Fourier των συνιστωσών του σε κάθε ζώνη συχνοτήτων, οι οποίες ακολούθως συγκρίνονται με τα επίπεδα αναφοράς για τις οικείες συχνότητες. Οι αθροιστικοί τύποι για την ταυτόχρονη έκθεση σε πεδία πολλαπλών συχνοτήτων μπορούν να εφαρμοστούν και για την εξακρίβωση της συμμόρφωσης με τους βασικούς περιορισμούς.

Μολονότι υπάρχουν λίγες μόνον πληροφορίες όσον αφορά τη σχέση ανάμεσα στις βιολογικές επιπτώσεις και τις τιμές αιχμής παλμικών πεδίων, για τις συχνότητες που υπερβαίνουν τα 10 MHz, προτείνεται ο μέσος όρος της S_{eq} εφ' όλου του εύρους του παλμού, να μην υπερβαίνει το 1000πλάσιο των επιπέδων αναφοράς, ή οι εντάσεις των πεδίων να μην υπερβαίνουν το 32πλάσιο των επιπέδων αναφοράς για την ένταση του πεδίου.

Για συχνότητες από 0,3 GHz έως πολλά GHz, καθώς και για τοπική έκθεση της κεφαλής, με στόχο τον περιορισμό ή την αποφυγή επιπτώσεων στην ακοή λόγω της θερμοελαστικής διαστολής, πρέπει να περιοριστεί η ειδική απορρόφηση ενέργειας λόγω των παλμών. Σε αυτή τη ζώνη συχνοτήτων, η οριακή τιμή SA 4-16 mJ/kg για την πρόκληση αυτής της επίπτωσης αντιστοιχεί, για παλμούς 30-μs, σε τιμές αιχμής SAR 130-520 W/kg στον εγκέφαλο.

Από 100 kHz έως 10 MHz, οι πολλαπλασιαστικοί συντελεστές που δίνουν τις τιμές κορυφής για την ένταση πεδίων υπολογίζονται με παρεμβολή μεταξύ 1,5 για 100 kHz και 32 σε 10 MHz.

Ρεύμα επαφής και ρεύμα άκρων

Για συχνότητες έως 110 MHz και προκειμένου να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που οφείλονται σε ρεύματα επαφής, συνιστώνται πρόσθετα επίπεδα αναφοράς. Τα επίπεδα αναφοράς για το ρεύμα επαφής περιέχονται στον πίνακα 3. Τα επίπεδα αναφοράς για το ρεύμα επαφής καθορίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη ότι οι οριακές τιμές για το ρεύμα επαφής, οι οποίες δημιουργούν βιολογικές αντιδράσεις σε γυναίκες και παιδιά, ανέρχονται αντίστοιχα περίπου στα δύο τρίτα και στο ήμισυ των τιμών για τους άνδρες.

Ζώνη συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
0Hz - 2.5KHz	0.5
2.5KHz – 100KHz	0.2f-
100KHz – 110MHz	20

Πίνακας 3 : Επίπεδα αναφοράς για ρεύματα επαφής από αγωγή σώματα (f σε KHz)

Για τη ζώνη συχνοτήτων 10 MHz έως 110 MHz, συνιστάται επίπεδο αναφοράς 45mA ρεύματος διαμέσου οποιουδήποτε μέλους του σώματος, και τούτο για να περιορίζεται η εντοπισμένη SAR ανά οποιαδήποτε εξάλεπτη χρονική περίοδο.

3.1.5 Παράρτημα IV της σύστασης 1999/519/ΕΚ – ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΠΗΓΕΣ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ

Σε περιπτώσεις ταυτόχρονης έκθεσης σε πεδία διαφορετικών συχνοτήτων, θα πρέπει να εξετάζεται η πιθανότητα σώρευσης των επιπτώσεών τους. Οι υπολογισμοί για τη σώρευση αυτή πρέπει να γίνονται χωριστά για κάθε επίπτωση. Έτσι, θα πρέπει να γίνονται χωριστές αξιολογήσεις για τις θερμικές και ηλεκτρικές επιπτώσεις στο σώμα.

Βασικοί περιορισμοί

Στην περίπτωση ταυτόχρονης έκθεσης σε επίπεδα διαφορετικών συχνοτήτων, πρέπει να πληρούνται τα ακόλουθα κριτήρια, όσον αφορά τους βασικούς περιορισμούς.

Για την ηλεκτρική διέγερση, που έχει σημασία για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz, οι πυκνότητες του ρεύματος εξ επαγωγής πρέπει να αθροίζονται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1 \quad (3.1)$$

Για τις θερμικές επιδράσεις, που έχουν σημασία για συχνότητες 100 kHz και άνω, πρέπει να αθροίζονται οι ταχύτητες ειδικής απορρόφησης ενέργειας και οι πυκνότητες ισχύος, σύμφωνα με τον τύπο:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{10\text{GHz}} \frac{SAR_i}{SAR_L} + \sum_{i>10\text{GHz}}^{300\text{GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1 \quad (3.2)$$

όπου J_i είναι η πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα i , $J_{L,i}$ είναι ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ρεύματος σε συχνότητα i , όπως αναφέρεται στον πίνακα 1, SAR_i είναι η SAR που προκύπτει από την έκθεση σε συχνότητα i , SAR_L είναι ο βασικός περιορισμός για τη SAR που αναφέρεται στον πίνακα 1, S_i είναι η πυκνότητα ισχύος σε συχνότητα i , S_L είναι ο βασικός περιορισμός για την πυκνότητα ισχύος που δίνεται στον πίνακα 1.

Επίπεδα αναφοράς

Για την εφαρμογή των βασικών περιορισμών, πρέπει να εφαρμόζονται τα ακόλουθα κριτήρια, όσον αφορά τα επίπεδα αναφοράς για τις εντάσεις των πεδίων.

Για τις πυκνότητες ρεύματος εξ επαγωγής και τις ηλεκτροδιεγερτικές επιδράσεις, που έχουν σημασία για συχνότητες έως 10 MHz, στα επίπεδα των πεδίων πρέπει να εφαρμόζονται οι ακόλουθες δύο απαιτήσεις:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad \text{και} \quad \sum_{j=1\text{Hz}}^{150\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{i>150\text{kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad (3.3)$$

όπου E_i είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε συχνότητα i , $E_{L,i}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2, H_j είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε συχνότητα j , $H_{L,j}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του μαγνητικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2, $a=87\text{V/m}$ και $b=5\text{A/m}$ ($6.25 \mu\text{T}$).

Σε σύγκριση με τις κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP, που αφορούν τόσο την επαγγελματική έκθεση όσο και την έκθεση του κοινού, τα όρια των αθροίσεων αντιστοιχούν σε συνθήκες έκθεσης του ευρέως κοινού.

Η χρήση σταθερών τιμών (a και b) πάνω από 1 MHz για ηλεκτρικά πεδία και πάνω από 150 kHz για μαγνητικά πεδία οφείλεται στο γεγονός ότι το άθροισμα βασίζεται σε πυκνότητες επαγωγικού ρεύματος και δεν θα πρέπει να συγχέεται με τις συνθήκες θερμικής επίδρασης. Οι συνθήκες αυτές αποτελούν τη βάση για τα $E_{L,i}$ και $H_{L,j}$ πάνω από 1 MHz και 150 kHz αντίστοιχα, όπως αναφέρεται στον πίνακα 2.

Για συνθήκες θερμικής επίδρασης, σε συχνότητες 100 kHz, για τα επίπεδα πεδίων πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες δύο απαιτήσεις:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{και} \quad \sum_{i=100\text{kHz}}^{150\text{kHz}} \left(\frac{H_i}{d} \right)^2 + \sum_{i>150\text{kHz}} \left(\frac{H_i}{H_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad (3.4)$$

όπου E_i είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε συχνότητα i , $E_{L,i}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2, H_j είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου σε συχνότητα j , $H_{L,j}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για την ένταση του μαγνητικού πεδίου που αναφέρεται στον πίνακα 2, $c=87/f^{0.5} \text{ V/m}$ και $d=0,73/f \text{ A/m}$. Και εδώ, σε σύγκριση με τις κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP, έχουν γίνει ορισμένες προσαρμογές λαμβάνοντας υπόψη μόνο την έκθεση του κοινού.

Για το ρεύμα των άκρων και για το ρεύμα επαφής, αντίστοιχα, θα πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες απαιτήσεις:

$$\sum_{k=10\text{MHz}}^{110\text{MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{και} \quad \sum_{n>1\text{Hz}}^{110\text{MHz}} \left(\frac{I_n}{I_{C,n}} \right)^2 \leq 1 \quad (3.5)$$

όπου I_k είναι η συνιστώσα του ρεύματος άκρων σε συχνότητα k , $I_{L,k}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για το ρεύμα άκρων (45 mA), I_n είναι η συνιστώσα του ρεύματος επαφής σε συχνότητα n , $I_{C,n}$ είναι το επίπεδο αναφοράς για το ρεύμα επαφής σε συχνότητα n (πίνακας 3).

Ο παραπάνω τύπος άθροισης προϋποθέτει τις χειρότερες συνθήκες φάσης μεταξύ των πεδίων από πολλαπλές πηγές. Επομένως, σε συνήθεις καταστάσεις έκθεσης, μπορεί στην πραγματικότητα τα επίπεδα να είναι πιο περιορισμένα από αυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί στον παραπάνω τύπο για τα επίπεδα αναφοράς.

3.2 Όρια έκθεσης σε μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες στην Ελλάδα

3.2.1 Όρια έκθεσης από διατάξεις εκπομπής πεδίων χαμηλών συχνοτήτων

Για την περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων δηλαδή για συχνότητες από 0Hz ως 150KHz τα όρια στην Ελλάδα καθορίζονται από την ΚΥΑ 3060(ΦΟΡ) 238, ΦΕΚ 512Β'/25-04-2002, "Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία διατάξεων εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων" [4]. Οι τιμές που υιοθετεί αυτή η Υπουργική απόφαση είναι οι ίδιες με τις τιμές που προτείνει η σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 1999/519/ΕΚ για γενικό κοινό και παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

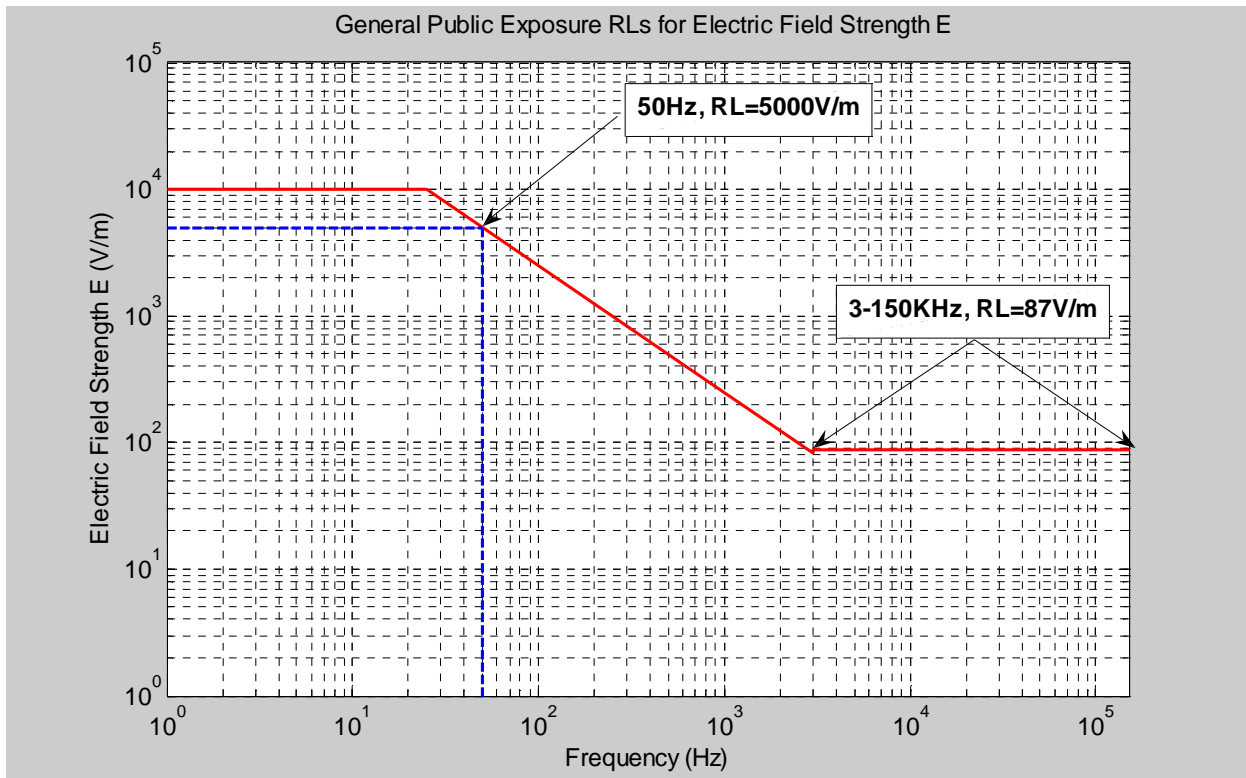
Ζώνη συχνοτήτων	Μαγνητική Επαγωγή (mT)	Πυκνότητα Ρεύματος (mA/m ²) (rms)
0Hz	40	-
>0-1Hz	-	8
1-4Hz	-	8/f
4-1000 Hz	-	2
1 KHz-100 KHz	-	f/500

Πίνακας 4 : Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων

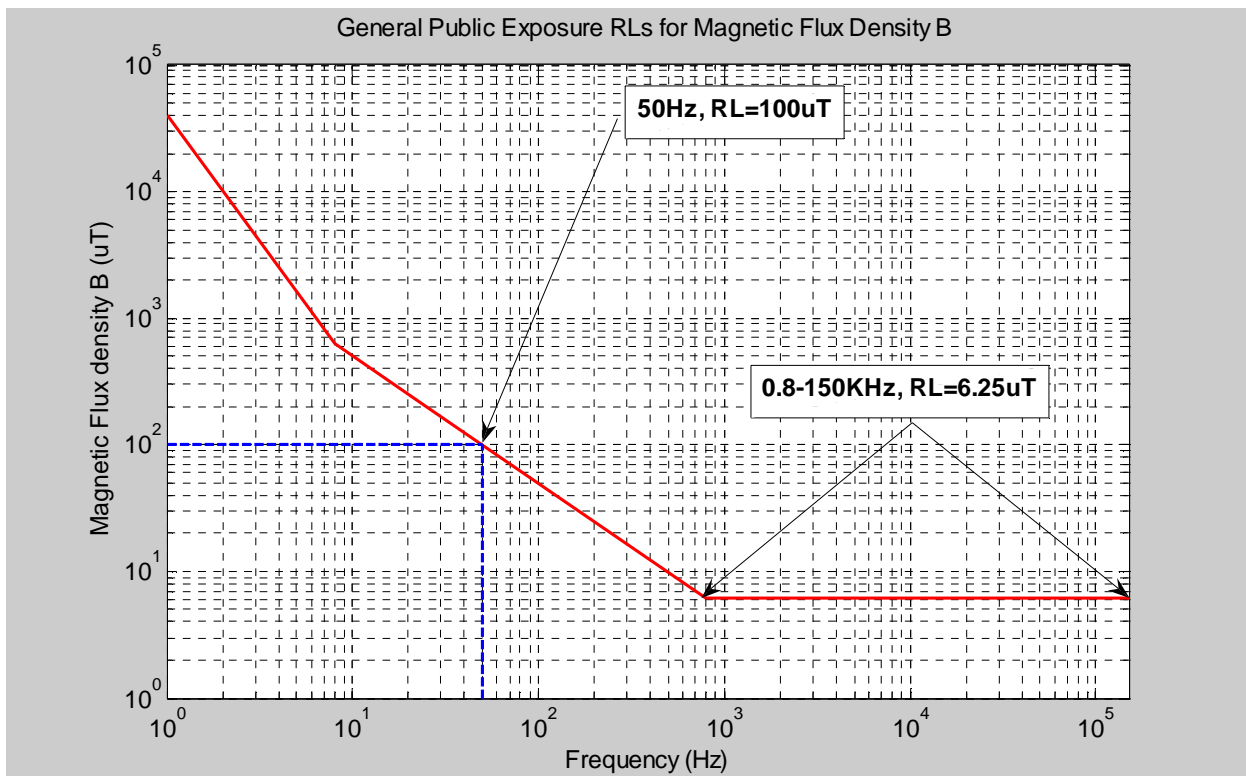
Ζώνη Συχνοτήτων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου H(A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου B (μT)
0-1 Hz	-	$3.2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
1-8 Hz	10000	$3.2 \cdot 10^4 / f^2$	$4 \cdot 10^4 / f^2$
8-25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$
0.025-0.8 KHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$
0.8-3 KHz	$250 / f$	5	6.25
3-150 KHz	87	5	6.25

Πίνακας 5 : Επίπεδα αναφοράς για ηλεκτρικά, μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλών συχνοτήτων (σταθερές τιμές rms)

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα επίπεδα αναφοράς (Reference Levels-RL) για το ηλεκτρικό πεδίο και την μαγνητική επαγωγή, για πεδία χαμηλών συχνοτήτων. Όπως φαίνεται από τις εικόνες αυτές τα επίπεδα αναφοράς (όρια) για την συχνότητα των 50Hz είναι 5000V/m για το ηλεκτρικό πεδίο και 100μT για την μαγνητική επαγωγή.



Εικόνα 2 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Ηλεκτρικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα. Επίπεδο αναφοράς για την συχνότητα των 50Hz=5000V/m



Εικόνα 3 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Μαγνητικής Επαγωγής σε σχέση με την συχνότητα. Επίπεδο αναφοράς για την συχνότητα των 50Hz=100μT.

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

3.2.2 Όρια έκθεσης στο περιβάλλον σταθμών κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά

Τα όρια έκθεσης για την προστασία του γενικού πληθυσμού από τη λειτουργία κεραιών καθορίστηκαν για πρώτη φορά το 2000 από την κοινή υπουργική απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης, ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Υγείας – Πρόνοιας και Μεταφορών Κ.Υ.Α. 53571/3839, Φ.Ε.Κ. 1105 Β', 6-9-2000 "Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά" [5].

Η Κ.Υ.Α. 53571/3839/2000 στο άρθρο 6 όριζε ότι η τήρηση των ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προερχόμενη από συγκεκριμένη κεραία εγκατεστημένη στην ξηρά, διαπιστώνεται με την εκπόνηση μελέτης ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών της κεραίας η οποία υποβάλλεται στην Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενεργείας (Ε.Ε.Α.Ε) για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης της κεραίας. Επίσης η Κ.Υ.Α. 53571/3839/2000 στην παράγραφο 5 του ίδιου άρθρου απαιτούσε ότι με την μελέτη ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών της κεραίας θα έπρεπε να αποδεικνύεται ότι δεν θα υπάρχουν χώροι γύρω από την κεραία ελεύθερα προσπελάσιμοι από τον γενικό πληθυσμό στους οποίους τα όρια έκθεσης θα υπερβαίνουν το 80% των τιμών των πινάκων των άρθρων 2-4 αυτής, τιμές οι οποίες συμπίπτουν με τις τιμές των πινάκων του παραρτήματος Α, δηλαδή τις τιμές που έχουν συσταθεί από την 1999/519/ΕΚ Σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Με άλλα λόγια η Κ.Υ.Α. 53571/3839/2000 υιοθετούσε ως όρια το 80% των τιμών των πινάκων Α.1, Α.2 και Α.3 του παραρτήματος Α, δηλαδή το 80% των τιμών που προτάθηκαν από την σύσταση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 1999/519/ΕΚ για γενικό κοινό.

Στην συνέχεια το 2006 ψηφίστηκε στην Ελλάδα ο Νόμος 3431/03-02-2006/ΦΕΚ Α 13 "Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις" [6], στον οποίο στην παράγραφο 9 του άρθρου 31 ορίζεται ότι:

"Από τη δημοσίευση του απαγορεύεται η εγκατάσταση κατασκευής κεραίας, για την οποία δεν έχει υποβληθεί και εγκριθεί από την Ε.Ε.Α.Ε. μελέτη, που αποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν χώροι γύρω από την κεραία ελεύθερα προσπελάσιμοι από τον γενικό πληθυσμό, στους οποίους τα όρια έκθεσης υπερβαίνουν το 70% των τιμών, που καθορίζονται στα άρθρα 2-4 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 κοινής Υπουργικής απόφασης ή στην εκάστοτε ισχύουσα αντίστοιχη κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Μεταφορών και Επικοινωνιών."

Επίσης στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του ίδιου Νόμου ορίζεται ότι:

"Σε περίπτωση εγκατάστασης κατασκευής κεραίας σε απόσταση μέχρι 300m από την περίμετρο κτιριακών εγκαταστάσεων βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και Νοσοκομείων, τα όρια έκθεσης του κοινού απαγορεύεται να υπερβαίνουν το 60% των τιμών που καθορίζονται στα άρθρα 2-4 της Κ.Υ.Α. 53571/3839 Φ.Ε.Κ. 1105 Β', 6-9-2000".

Τέλος στην παράγραφο 21 του άρθρου 31 του ίδιου Νόμου ορίζεται ότι:

"Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση κατασκευής κεραίας κινητής τηλεφωνίας σε κτιριακές εγκαταστάσεις βρεφονηπιακών σταθμών, σχολείων, γηροκομείων και νοσοκομείων. Υφιστάμενες κατασκευές κεραιών επί των ανωτέρω κτιρίων απομακρύνονται εντός διαστήματος έξι μηνών από τη θέση σε ισχύ του παρόντος νόμου".

Προκειμένου να διευκρινιστεί ο τρόπος εφαρμογής των συντελεστών μείωσης (70% ή 60% κατά περίπτωση) στις τιμές που καθορίζονται στα άρθρα 2-4 της υπ' αριθ. 53571/3839 ΚΥΑ (ΦΕΚ 1105/Β/6-9-2000), όπως προβλέπεται στις παραγράφους 9 και 10, αντίστοιχα, του άρθρου 31 του Νόμου 3431 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006) με θέμα "Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις", η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενεργείας (Ε.Ε.Α.Ε) εξέδωσε την Εγκύκλιο Α.Π.: Π/105/014/12-01-2007 του Συμβουλίου της με θέμα: "Καθορισμός ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε εφαρμογή του Ν. 3431/2006 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006)" [7].

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη ΑΜ: 2384

Στην εγκύκλιο αυτή παρουσιάζονται πίνακες με βασικούς περιορισμούς και επίπεδα αναφοράς όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή των συντελεστών μείωσης 70% και 60%, αντίστοιχα, στους αντίστοιχους βασικούς περιορισμούς και τα επίπεδα αναφοράς των άρθρων 2-4 της υπ' αριθμ. 53571/3839/6.9.2000 ΚΥΑ, καθώς και διάφορες άλλες διευκρινήσεις.

Έτσι για την περίπτωση της μείωσης των επιπέδων αναφοράς με εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60% ο πίνακας που υιοθετείται για σύγκριση των μετρούμενων τιμών είναι ο παρακάτω:

Ζώνη Συχνότητων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου E (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου H (A/m)	Μαγνητική επαγωγή πεδίου B (μT)	Ισοδύναμη Πυκνότητα ισχύος επιπέδου κύματος S_{eq} (W/m ²)
1-3 KHz	150/f	3	3,75	-
3-188 KHz	52.2	3	3,75	-
0.188-1.66 MHz	52.2	0.565/f	0.71/f	-
1.66-10 MHz	67,3 f ^{0.5}	0.565/f	0.71/f	-
10-400 MHz	21,7	0.0565	0.071	1,2
400-2000 MHz	1,065·f ^{0.5}	0.00287·f ^{0.5}	0.00356·f ^{0.5}	f/333
2-300 GHz	47,2	0.124	0.155	6

Πίνακας 6 : Επίπεδα αναφοράς για τα επίπεδα πεδίων στην περιοχή συχνότητων 1KHz – 300GHz, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431/2006, στους βασικούς περιορισμούς του άρθρου 2 της ΚΥΑ 53571/3839/2000

όπου στον παραπάνω πίνακα, f είναι η συχνότητα στις μονάδες (KHz ή MHz) που αναγράφονται στην στήλη της ζώνης συχνότητων, στην εκάστοτε γραμμή του πίνακα. Επίσης οι τιμές των παραμέτρων του άρθρου 4 της ΚΥΑ. 53571/3839/2000, όπως προκύπτουν μετά την εφαρμογή του συντελεστή μείωσης 60%, που ορίζεται στην παράγραφο 10 του άρθρου 31 του Νόμου 3431/2006 με την ανωτέρω απόφαση της Ε.Ε.Α.Ε δίνονται από τον παρακάτω πίνακα:

Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
a	52,2 V/m	c	67,4 f ^{0.5} V/m	I _{L,k}	34,9 mA
b	3 A/m (3,75 μT)	d	0,565/f A/m		

Πίνακας 7 : Τιμές παραμέτρων του άρθρου 4 της ΚΥΑ 53571 με συντελεστή μείωσης 60%

Στις εικόνες 4 ως 7 που ακολουθούν παρουσιάζονται οι μεταβολές των επιπέδων αναφοράς για την περίπτωση κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά (περίπτωση ραδιοσυχνότητων) σε σχέση με την συχνότητα, για συχνότητες από 1KHz ως 300GHz.

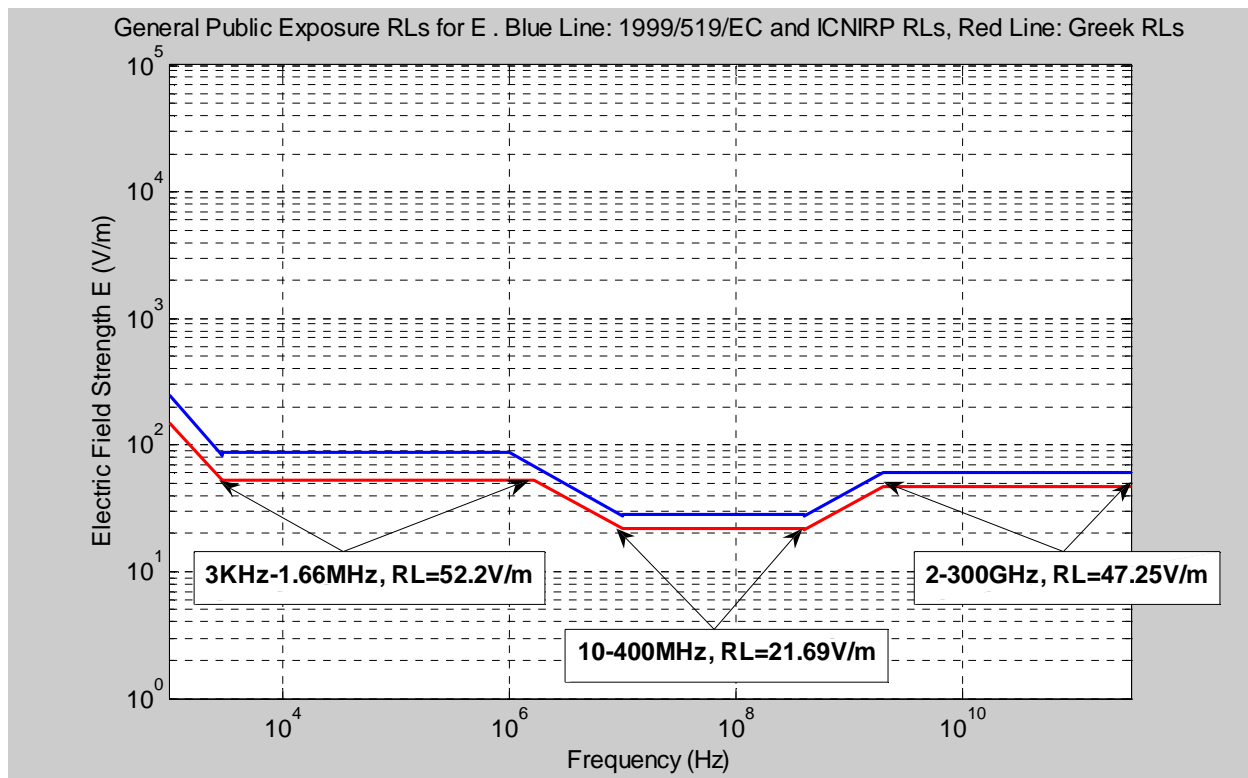
Με την κόκκινη γραμμή είναι οι τιμές των επιπέδων αναφοράς για το γενικό πληθυσμό που καθορίζονται από την Ελληνική Νομοθεσία, δηλαδή την Κ.Υ.Α. 53571/3839/2000 “Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά”, σε συνδυασμό με τον Νόμο 3431/2006, “Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις” και την Εγκύκλιο Α.Π.: Π/105/014/12-01-2007 του Συμβουλίου της Ε.Ε.Α.Ε με θέμα: “Καθορισμός ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε εφαρμογή του Ν. 3431/2006 (ΦΕΚ 13/Α/03-02-2006)”.

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

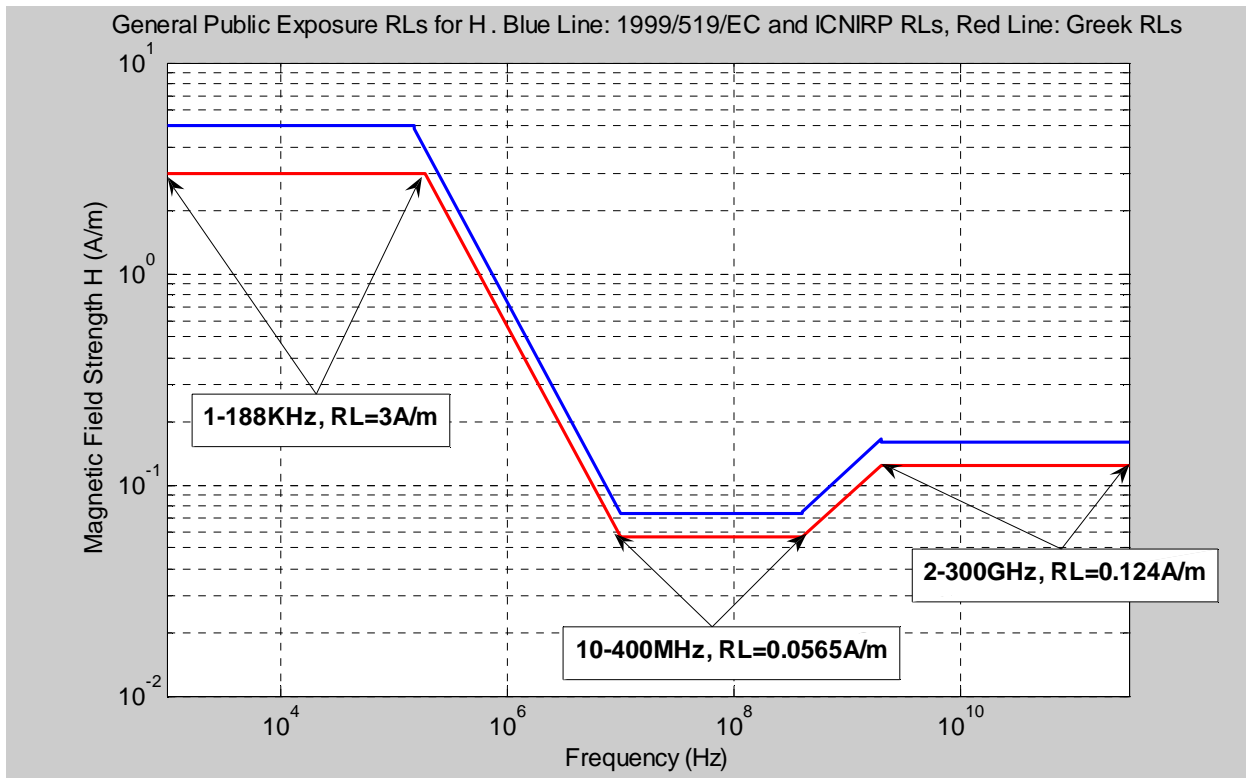
Δανελλάκη Ειρήνη ΑΜ: 2384

Με την μπλε γραμμή είναι οι τιμές των επιπέδων αναφοράς για το γενικό πληθυσμό που καθορίζονται από την Σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης “Recommendation of the Council of July 12, 1999 relative to the exposure Limitation of the public to the electromagnetic fields (from 0 Hz to 300 GHz)”, 1999/519/CE και την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες (ICNIRP).

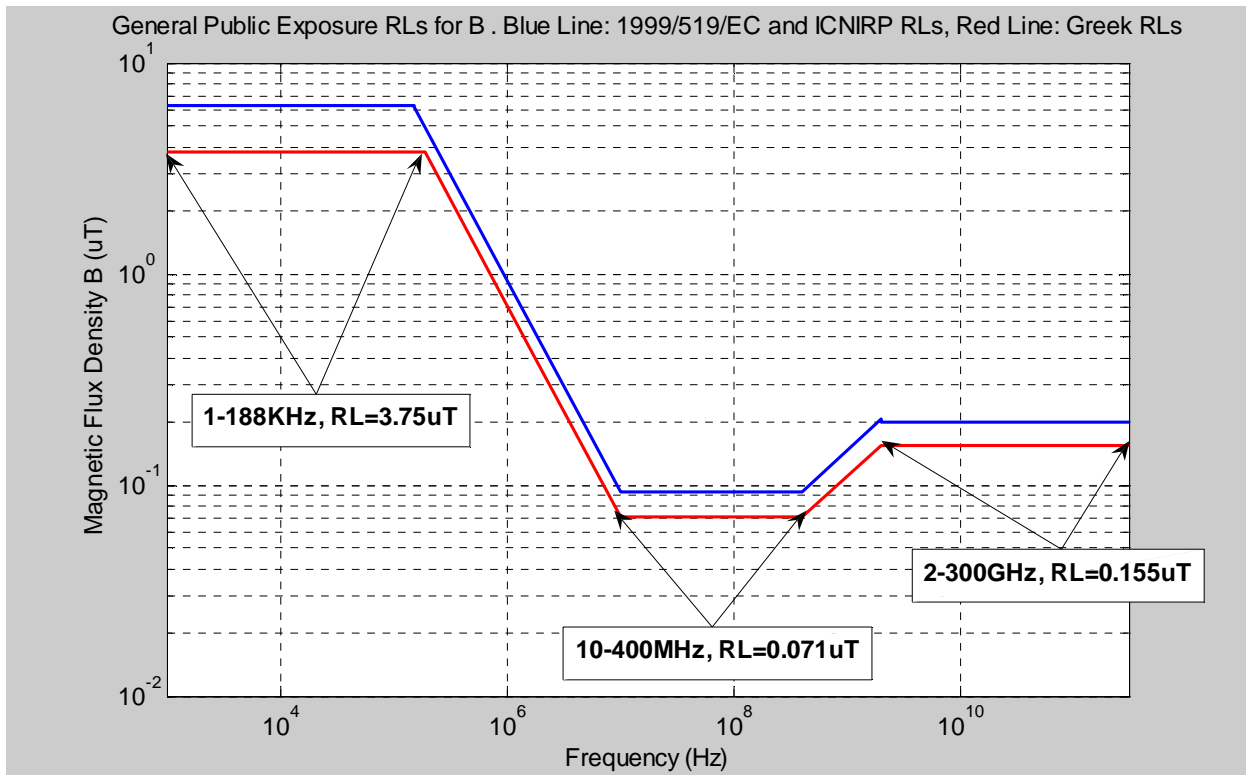
Οι εικόνες 2 ως και 7 έχουν δημιουργηθεί με την βοήθεια του λογισμικού **Matlab**. Όπως είναι φανερό από τις εικόνες 4 ως 7 οι χαμηλότερες τιμές των επιπέδων αναφοράς (ορίων) για όλη την ζώνη των ραδιοσυχνοτήτων παρουσιάζονται στο τμήμα της από 10MHz ως 400MHz που περιλαμβάνει την ζώνη ραδιοφωνίας FM και την ζώνη των VHF. Η μείωση αυτή των επιπέδων αναφοράς εξηγείται από το γεγονός ότι στις συχνότητες αυτές το ανθρώπινο σώμα λόγω των διαστάσεων του “συντονίζεται”, δηλαδή απορροφά περισσότερη ενέργεια.



Εικόνα 4 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Ηλεκτρικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)



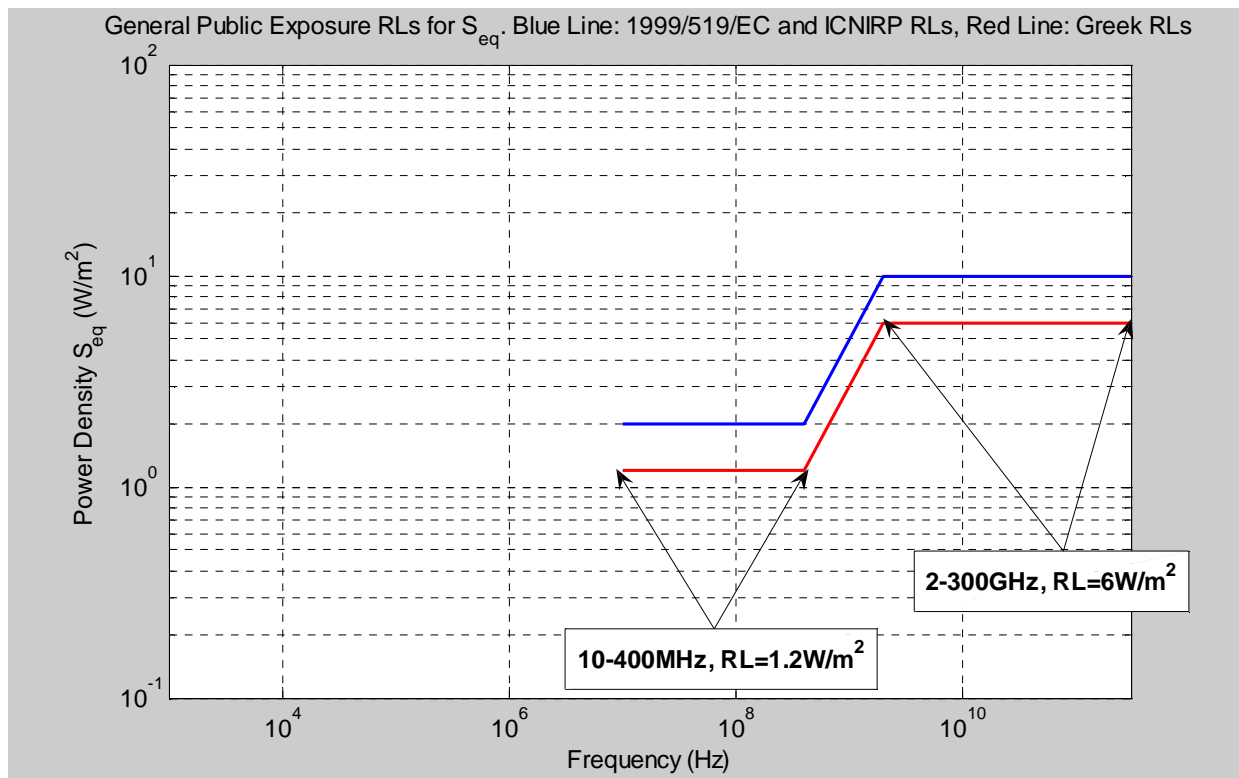
Εικόνα 5 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Έντασης του Μαγνητικού πεδίου σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)



Εικόνα 6 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Μαγνητικής Επαγωγής σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384



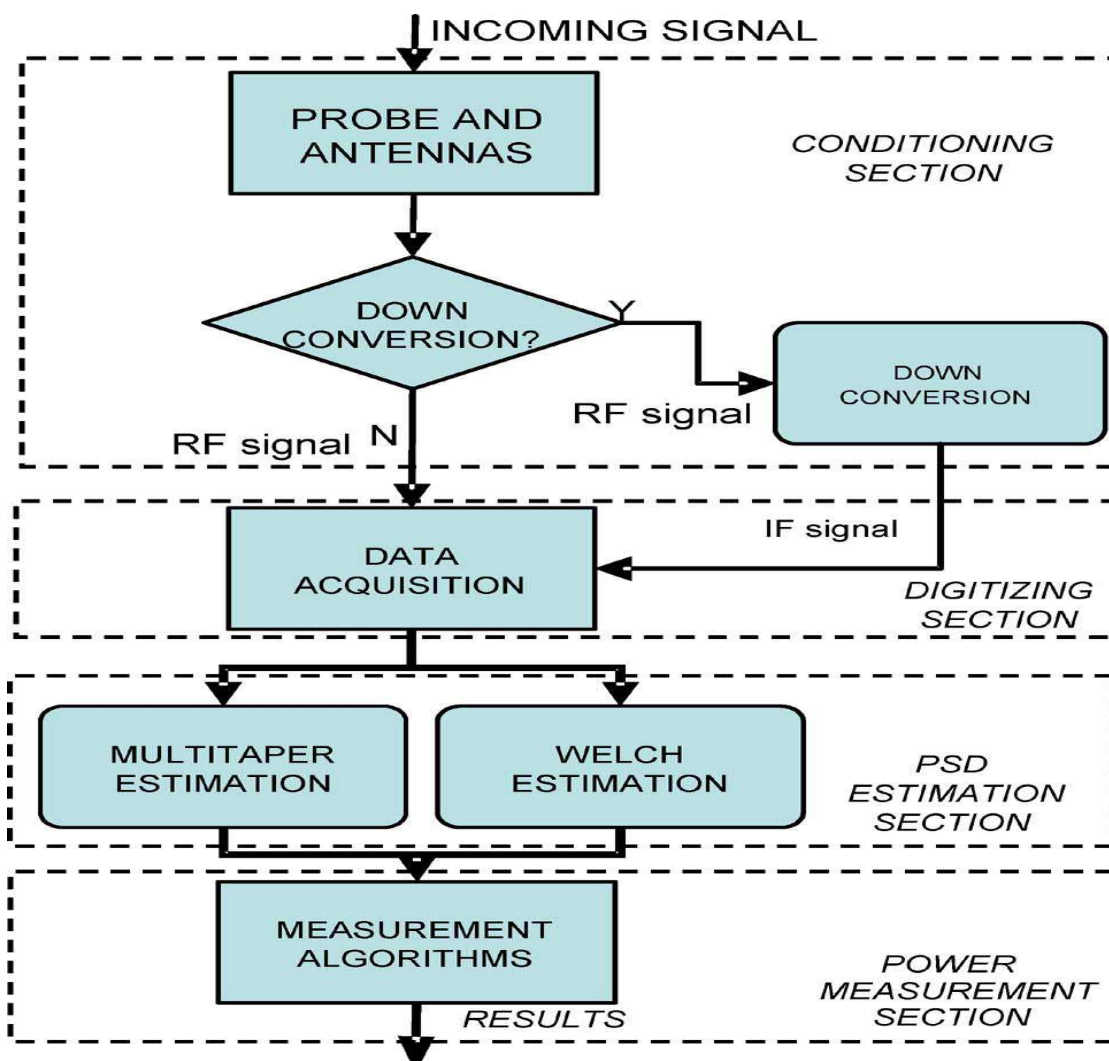
Εικόνα 7 : Μεταβολή των επιπέδων αναφοράς της Ισοδύναμης Πυκνότητας Ισχύος επιπέδου κύματος σε σχέση με την συχνότητα (από 1KHz ως 300GHz)

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΗΜΑΤΑ DVB-T

4.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες που έχουν προταθεί από διάφορους ερευνητές για την μέτρηση σημάτων τύπου DVB-T. Αναλυτική περιγραφή όλων αυτών των μεθοδολογιών ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της πτυχιακής. Για περισσότερες πληροφορίες ο αναγνώστης παραπέμπεται στην σχετική βιβλιογραφία π.χ. [8], [9], [10], [11].

Για παράδειγμα στην εργασία των Angrisani et al. [8], βελτιστοποιείται μια μέθοδος ψηφιακής επεξεργασίας σήματος, η οποία έχει ήδη προταθεί στη βιβλιογραφία [10] και εξειδικεύεται για μετρήσεις ισχύος σε σήματα διεσπαρμένου φάσματος ώστε να είναι λειτουργική παρουσία DVB-T σημάτων. Στην εργασία τους σχεδιάζονται και εφαρμόζονται κατάλληλα στάδια, σε περιβάλλοντα προσομοίωσης και εξομοίωσης, για τη βέλτιστη ρύθμιση των βασικών παραμέτρων της μεθόδου, αξιάζοντάς κατ' αυτόν τον τρόπο την επαναληψιμότητα της στις περισσότερες λειτουργικές συνθήκες. Επίσης παρέχουν τα αποτελέσματα ενός αριθμού πειραμάτων σχετικά με πραγματικές μετρήσεις σε σήματα DVB-T αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης μεθόδου σε σχέση με άλλες. Τα στάδια που υιοθετούνται στην μέθοδο αυτή παρουσιάζονται στην εικόνα 8.



Εικόνα 8 : Block διάγραμμα της μεθόδου μέτρησης των Angrisani et al. [8].

Στο τμήμα εισόδου (Conditioning Section) το εισερχόμενο σήμα RF μπορεί να μετατραπεί σε ένα κατάλληλο IF ή να μην μετατραπεί σύμφωνα με το εύρος ζώνης, τη μέγιστη τιμή δείγματος, και το βάθος μνήμης του διαθέσιμου συστήματος απόκτησης δεδομένων.

Στο τμήμα Ψηφιοποίησης (Digitizing Section) το εισερχόμενο σήμα RF ή IF πρέπει να ψηφιοποιηθεί. Η ανακτημένη καταγραφή αποθηκεύεται και περνάει στο τμήμα εκτίμησης φασματικής πυκνότητας ισχύος (PSD Estimation Section). Στο τμήμα αυτό ένας κατάλληλος αλγόριθμος επεξεργασίας ψηφιακού σήματος εφαρμόζεται στα ανακτημένα δείγματα για να υπολογισθεί η PSD (Power Spectral Density - PSD) του σήματος DVB-T.

Στο τελευταίο τμήμα, στο τμήμα μέτρησης ισχύος (Power Measurement Section) αφού έχει εκτιμηθεί η PSD του αναλυμένου σήματος DVB-T, η κάθε μέτρηση μπορεί να διεξαχθεί χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους και ευρέως αποδεκτούς αλγόριθμους:

- Την Channel Power μέθοδο κατά την οποία η συχνότητα του καναλιού DVB-T δημιουργείται αρχικά. Έπειτα, η επιθυμητή ισχύς λαμβάνεται ολοκληρώνοντας την PSD για τις συχνότητες οι οποίες αντιστοιχούν στο εύρος ζώνης του καναλιού DVB-T.
- Για να αξιολογηθεί η ισχύς του σήματος (συνολική ισχύς), η PSD ολοκληρώνεται για όλο το διάστημα συχνότητας, από μηδέν μέχρι το μισό της χρησιμοποιούμενης τιμής του ρυθμού δειγματοληψίας fS ($fS = 1/T_s$).

Στην εργασία των Bornkessel & Wuschek [9], περιγράφονται μεθοδολογίες για ακριβείς μετρήσεις έκθεσης στη γειτονιά σύγχρονων ευρυζωνικών πομπών ψηφιακής διαμόρφωσης όπως είναι οι σταθμοί DVB-T, DAB και UMTS. Οι παράμετροι μέτρησης για μετρήσεις με χρήση αναλυτή φάσματος προέρχονται από τα χαρακτηριστικά των σημάτων RF στη συχνότητα και στο χρόνο.

4.2 Χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης ισχύος σήματος DVB-T στην παρούσα πτυχιακή

Στην παρούσα πτυχιακή για την εκτίμηση των πεδίων στην είσοδο του συστήματος λήψης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Channel Power [12]. Έτσι αν Z είναι η σύνθετη αντίσταση εισόδου του αναλυτή φάσματος και $V_{B,P,i}$ είναι οποιοδήποτε, διορθωμένο για τον εσωτερικό θόρυβο, από τα N δείγματα τάσης σε μια μέτρηση ζώνης μέσα σε ένα επιλεγμένο εύρος συχνοτήτων ($B_{ch} = Span$) με συγκεκριμένη ρύθμιση του εύρους ζώνης του φίλτρου ενδιάμεσης συχνότητας (RBW), τότε στο συνδετήρα εισόδου του αναλυτή φάσματος η συνολική ισχύς στο επιλεγμένο εύρος συχνοτήτων $P_{B,P}$ από όλα τα δείγματα τάσης εντός αυτού για την συγκεκριμένη πόλωση P της κεραίας λήψης, μπορεί να υπολογιστεί με εφαρμογή της μεθόδου Channel Power ([13], [14], [15]), θα προκύπτει δηλαδή από την σχέση:

$$P_{B,P(SSA)} = \frac{B_{ch}}{B_{noise}} \cdot \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N P_{B,P,i} = \frac{Span}{k_{SA} \cdot RBW \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{V_{B,P,i}^2}{Z} \quad (4.1)$$

όπου $P_{B,P,i}$ είναι η αντίστοιχη ισχύς στο συνδετήρα εισόδου του αναλυτή φάσματος λόγω του $V_{B,P,i}$ δείγματος τάσης, B_{noise} είναι το ισοδύναμο εύρος ζώνης θορύβου¹ του χρησιμοποιημένου φίλτρου ενδιάμεσης συχνότητας (Intermediate Frequency filter – IF), το οποίο συνήθως αποκαλείται φίλτρο αναλυτικότητας εύρους (Resolution Bandwidth filter - RBW), με RBW (Resolution Bandwidth setting)

¹ Ισοδύναμο εύρος ζώνης θορύβου (Equivalent Noise Bandwidth): Το εύρος συχνοτήτων ενός ιδεατού φίλτρου που παρέχει την ίδια μέση ενίσχυση σε σήμα λευκού θορύβου με το εξεταζόμενο φίλτρο. Το ιδεατό φίλτρο έχει την ίδια ενίσχυση με την μέγιστη ενίσχυση του εξεταζόμενου φίλτρου για το ισοδύναμο εύρος ζώνης θορύβου και μηδενική ενίσχυση έξω από αυτό το εύρος [13].

το εύρος 3dB του φίλτρου αυτού, και k_{SA} είναι ένας συντελεστής αναλογίας που παρέχεται από τον κατασκευαστή του αναλυτή φάσματος ή που υπολογίζεται από συγκεκριμένες μετρήσεις (Bertocco & Sona, 2006), ο οποίος χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί το B_{noise} από το RBW ($B_{noise} = k_{SA} \cdot RBW$) και εξαρτάται από το επιλεγμένο φίλτρο RBW [16].

Η σχέση (4.1) αποτελεί την προσέγγιση Channel Power. Θέτοντας για τη συγκεκριμένη επιμέρους ζώνη μέτρησης:

$$cf_B = \sqrt{\frac{Span}{k_{SA} \cdot RBW} \cdot \frac{1}{N}} \quad (4.2)$$

και εάν υποθεθεί ότι οι τιμές του $P_{B,P,i}$ και του $V_{B,P,i}$ στην (4.1) είναι απόλυτες τιμές, δηλαδή:

$$P_{B,P,i} = 10^{\frac{P_{B,P,i}(dBm)}{10}} \text{ mW}, \quad \text{και} \quad V_{B,P,i} = 10^{\frac{V_{B,P,i}(dB\mu V)}{20}} \mu V \quad (4.3)$$

έπεται ότι η ισχύς που λαμβάνεται από την κεραία λήψης στην είσοδο του συστήματος μέτρησης θα δίνεται από την:

$$P_{B,P(input)} = \sum_{i=1}^N \frac{(cf_B \cdot V_{B,P,i} \cdot L_{B,P,i})^2}{Z} \quad (4.4)$$

όπου $L_{B,P,i}$ είναι ο παράγοντας απωλειών στη συχνότητα i λόγω της πορείας του σήματος από την κεραία στην είσοδο του αναλυτή φάσματος. Όπως είναι φανερό η τιμή του διορθωτικού παράγοντα cf_B για κάθε επιμέρους ζώνη B εξαρτάται από το επιλεγμένο $Span$, από τη ρύθμιση του RBW και από τον αριθμό των διαθέσιμων δειγμάτων σήματος N .

Κάθε συνιστώσα $E_{(B,P,i)inc}$ του προσπίπτοντος ηλεκτρικού πεδίου στη συχνότητα i δίνεται από τη σχέση:

$$E_{(B,P,i)inc} = V_{B,P,i} \cdot AF_{B,P,i} \cdot L_{B,P,i} \quad (4.5)$$

όπου $AF_{B,P,i}$ είναι η απόλυτη τιμή του παράγοντα κεραίας (σε m^{-1}) στη συχνότητα i , για την πόλωση P και την επιμέρους ζώνη B . Εάν $A_{(B,P,i)eff}$ είναι η ενεργός επιφάνεια της κεραίας λήψης (σε m^2) στη συχνότητα i , και η είναι η χαρακτηριστική αντίσταση του ελεύθερου χώρου ($\eta = 120\pi \Omega$), τότε ο $AF_{B,P,i}$ θα δίνεται από τη σχέση [17]:

$$AF_{B,P,i} = \sqrt{\frac{\eta}{Z \cdot A_{(B,P,i)eff}}} \quad (4.6)$$

Με αντικατάσταση των (4.5) και (4.6) στην (4.4), η ισχύς στην είσοδο του συστήματος μέτρησης $P_{B,P(input)}$ για την συγκεκριμένη επιμέρους ζώνη B και πόλωση P της κεραίας, θα δίνεται από τη σχέση:

$$P_{B,P(input)} = \sum_{i=1}^N \frac{A_{(B,P,i)eff} \cdot cf_B^2 \cdot E_{inc,i}^2}{\eta} \quad (4.7)$$

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Το άθροισμα κάθε όρου της (4.7) διαιρούμενο με $A_{(B,P,i)eff}$ είναι η πυκνότητα ισχύος $S_{B,P(input)}$ στην είσοδο του συστήματος μέτρησης για τη συγκεκριμένη μέτρηση, δηλαδή:

$$S_{B,P(input)} = \sum_{i=1}^N S_{B,P,i} = \sum_{i=1}^N \frac{cf_B^2 \cdot E_{(B,P,i)inc}^2}{\eta} = \frac{E_{B,P(input)}^2}{\eta} \quad (4.8)$$

όπου $E_{B,P(input)}$ είναι το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο για την συγκεκριμένη επιμέρους ζώνη συχνοτήτων και την συγκεκριμένη πόλωση της κεραίας λήψης στην είσοδο του συστήματος μέτρησης σύμφωνα με τη μέθοδο Channel Power. Σύμφωνα με την (4.8) η $E_{B,P(input)}$ μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$E_{B,P(input)}^2 = \sum_{i=1}^N cf_B^2 \cdot E_{(B,P,i)inc}^2 \equiv E_{B,P}^2 \quad (4.9)$$

Επομένως, για να λάβουμε τη σωστή πυκνότητα ισχύος με συνέπεια ως προς την μέθοδο Channel Power όταν μετράται το ηλεκτρικό πεδίο, η τιμή του $E_{B,P}$ πρέπει να ληφθεί ως η RSS τιμή όλων των $E_{(B,P,i)inc}$ πολλαπλασιασμένη με τον διορθωτικό παράγοντα cf_B [18]. Χρησιμοποίηση της (4.5) στην (4.9) δίνει για το $E_{B,P}$:

$$E_{B,P} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (cf_B \cdot V_{B,P,i} \cdot AF_{B,P,i} \cdot L_{B,P,i})^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N E_{B,P,i}^2} \quad (4.10)$$

όπου το $E_{B,P,i}$ δίνεται από την σχέση:

$$E_{B,P,i} = cf_B \cdot V_{B,P,i} \cdot AF_{B,P,i} \cdot L_{B,P,i} \quad (4.11)$$

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η τιμή του διορθωτικού παράγοντα cf_B είναι διαφορετική όταν το RBW , το N ή το k_{SA} (η τιμή του k_{SA} εξαρτάται από την τιμή του RBW) έχουν ρυθμιστεί διαφορετικά για κάθε επιμέρους ζώνη συχνοτήτων μέτρησης, για κάθε επιλογή του $Span$. Εντούτοις, σύμφωνα με την μέθοδο Channel Power και με την προϋπόθεση ότι οι ρυθμίσεις του RBW του N και του k_{SA} είναι σωστές για το επιλεγμένο $Span$ [16] και τον χρόνο σάρωσης (*Sweep time*) του αναλυτή φάσματος, η τιμή του $E_{B,P}$ δεν θα αλλάξει εφόσον η $P_{B,P(SA)}$ και συνεπώς η $P_{B,P(input)}$ και η $S_{B,P(input)}$ δεν αλλάζουν. Διαφορετικά, εάν δεν εφαρμοστεί η μέθοδος Channel Power, μεταβάλλοντας το RBW , το N και το k_{SA} , και μη λαμβάνοντας υπόψη τον διορθωτικό παράγοντα cf_B θα μπορούσε να προκύψει ένα διαφορετικό αποτέλεσμα για το $E_{B,P}$, που αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε διαφορετικό αποτέλεσμα για την πραγματική τιμή της ισχύος του καναλιού και την αντίστοιχη τιμή της πυκνότητας ισχύος.

Με άλλα λόγια, αλλαγές στις ρυθμίσεις του χρησιμοποιημένου αναλυτή φάσματος για μια συγκεκριμένη μέτρηση ζώνης συχνοτήτων, έχουν επιπτώσεις στις υπολογιζόμενες τιμές του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου $E_{B,P}$ της ζώνης αυτής. Κατά συνέπεια, οι υπολογιζόμενες τιμές της $S_{B,P(input)}$ και του αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης, εφόσον αυτό εξαρτάται από τα επίπεδα των

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

ηλεκτρικών πεδίων στις διάφορες συχνότητες, εάν δεν χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Channel Power, δηλαδή εάν δεν ληφθεί υπόψιν ο διορθωτικός παράγοντας cf_B , θα αλλάξουν. Οι υπολογισμένες τιμές θα είναι σωστές σε μια τέτοια περίπτωση μόνο εφόσον η τιμή του S_{pan} είναι ίση με την τιμή του γινομένου $k_{SA} \cdot RBW \cdot N$. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνον όταν $cf_B = 1$.

Επομένως, η $E_{B,P,i}$ που δίνεται από την σχέση (4.11) είναι η κατάλληλη τιμή του ηλεκτρικού πεδίου στη συγκεκριμένη συχνότητα i και αντιστοιχεί στην αντισταθμισμένη ως προς τον εσωτερικό θόρυβο τιμή της τάσης $V_{B,P,i}$ που απεικονίζεται στην οθόνη του αναλυτή φάσματος, μετατρεπόμενη στην είσοδο του συστήματος μέτρησης. Αυτό εξασφαλίζει ότι εάν δεν εφαρμοστεί από τον ίδιο τον αναλυτή φάσματος στα δεδομένα μέτρησης η μέθοδος Channel Power, το αποτέλεσμα θα αντιστοιχεί σε μέτρηση που θα είχε χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα λειτουργίας Channel Power mode του αναλυτή φάσματος (αν παρέχεται). Αν και στα περισσότερα σύγχρονα όργανα είναι δυνατόν να εισαχθούν κατάλληλοι παράγοντες διόρθωσης για το σύστημα μέτρησης όπως π.χ. για τις απώλειες των καλωδίων, τον παράγοντα κεραίας κλπ και επίσης να υποστηρίξουν την δυνατότητα λειτουργίας Channel Power mode, μια τέτοια λύση ακόμα κι αν είναι πιθανή, είναι στην πράξη αρκετά χρονοβόρα.

Επομένως, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί ειδικά σχεδιασμένο λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων μετρήσεων, που θα μπορεί να υλοποιήσει την μέθοδο Channel Power [19] στα αποθηκευμένα δεδομένα μέτρησης, χρησιμοποιώντας και τις αντίστοιχες αποθηκευμένες ρυθμίσεις του αναλυτή φάσματος. Πρέπει να παρατηρηθεί εδώ ότι εάν μετράται ισχύς (δείγματα ισχύος εμφανίζονται στην οθόνη του αναλυτή φάσματος), τότε η συνολική ισχύς του καναλιού και κατά συνέπεια η συνολική πυκνότητα ισχύος του καναλιού στην είσοδο του συστήματος μέτρησης, μπορεί να υπολογιστεί από την τιμή RSS στα αντισταθμισμένα για τον εσωτερικό θόρυβο δείγματα ισχύος τα οποία αναφέρονται στην είσοδο του συστήματος μέτρησης (δηλαδή λαμβάνοντας κατάλληλα στον υπολογισμό τον παράγοντα κεραίας και τον παράγοντα απωλειών) και διορθώνονται για το RBW , το N και το k_{SA} . Σε αυτήν την περίπτωση ο διορθωτικός συντελεστής για τις ρυθμίσεις του RBW , του N και του k_{SA} δίνεται απλά από την τιμή cf_B^2 όπου το cf_B δίδεται από τη σχέση (4.2). Φυσικά μια τέτοια διαδικασία υπολογισμού μέσω μετρήσεων ισχύος και αναγωγής σε πυκνότητα ισχύος θα δώσει τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα για όλες τις ηλεκτρομαγνητικές ποσότητες (E , B , H και S), όπως και η διαδικασία μέσω μετρήσεων ηλεκτρικού πεδίου, για συνθήκες μακρινού πεδίου από όλα τα ακτινοβολούντα κεραιοσυστήματα στην περιοχή μέτρησης και για συχνότητες πάνω από 10MHz, όπου ορίζεται πυκνότητα ισχύος.

Η αβεβαιότητα των μετρήσεων και ο τρόπος υπολογισμού της είναι ιδιαίτερα σημαντικό θέμα και γι' αυτό εξετάζεται ξεχωριστά στο επόμενο κεφάλαιο. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές απομακρυσμένου (remote) προγραμματισμού και ελέγχου του αναλυτή φάσματος περιγράφονται στο κεφάλαιο 6. Οι διαδικασίες μετρήσεων καθώς και τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας πτυχιακής περιγράφονται στο κεφάλαιο 8.

5 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

5.1 Υπολογισμός αβεβαιότητας μετρήσεων

5.1.1 Εισαγωγή

Κάθε μέτρηση, όσο καλά και αν έχει σχεδιαστεί και εκτελεστεί, υπόκειται σε σφάλματα και εμπεριέχει κάποιο ποσοστό αβεβαιότητας. Η αβεβαιότητα (uncertainty) δεν είναι απλά ένας ποιοτικός χαρακτηρισμός. Πρόκειται για έναν επιστημονικό όρο της μετρολογίας με τον οποίο προσδιορίζεται το εύρος τιμών εκατέρωθεν της μετρούμενης από το όργανο τιμής, μέσα στο οποίο βρίσκεται η “αληθινή” ή “πραγματική” τιμή του μετρούμενου μεγέθους, με μια συγκεκριμένη πιθανότητα (επίπεδο εμπιστοσύνης).

Δεδομένου ότι από τα ευρέως αποδεκτά πρότυπα μέτρησης ([20], [21]) συνιστάται η λήψη ισοτροπικών μετρήσεων, εφόσον υπάρχουν οι διαθέσιμες κεραιές, ενδέχεται προκειμένου να καλυφθεί ένα επιθυμητό φάσμα συχνοτήτων, να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές πολώσεις των κεραιών ή και διαφορετικές κεραιές. Τότε, τα σχετικά αποτελέσματα μέτρησης πρέπει να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία ώστε να υπολογιστούν τα συνολικά πεδία για μια συγκεκριμένη ζώνη.

Συνήθως, αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ισοτροπικές κεραιές, ή εάν δεν είναι διαθέσιμες ή δεν υπάρχουν στο εμπόριο για τις συχνότητες ενδιαφέροντος, ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό αυτό κεραιές με διάγραμμα ακτινοβολίας όμοιο με αυτό της διπολικής κεραιάς, π.χ. δικωνικές κεραιές ή δίπολα, κατάλληλες για την υπό εξέταση ζώνη συχνοτήτων, οι οποίες πρέπει να τοποθετηθούν διαδοχικά σε τρεις αμοιβαία κάθετες πολώσεις.

Τα συνολικά πεδία σε αυτές τις περιπτώσεις μπορούν να υπολογιστούν από την τιμή RSS όλων των λαμβανόμενων πεδίων, από όλες τις επιμέρους πολώσεις των χρησιμοποιούμενων κεραιών. Ως εκ τούτου, όταν απαιτούνται μετρήσεις σε πολλαπλές ζώνες για την πλήρη σάρωση και αξιολόγηση ενός επιθυμητού φάσματος συχνοτήτων, πιθανώς θα πρέπει τα συστήματα μέτρησης να οργανωθούν διαφορετικά, π.χ. να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές πολώσεις των κεραιών λήψης ή διαφορετικές κεραιές, διαφορετικά καλώδια, διαφορετικές ρυθμίσεις για τον αναλυτή φάσματος (SA), εξασθενητές ή ενισχυτές στην πορεία των σημάτων από την κεραιά λήψης στο όργανο καταγραφής κλπ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι οργανώσεις μέτρησης εξαρτώνται έντονα από το επίπεδο, την συχνότητα και τον τύπο των σημάτων που πρόκειται να μετρηθούν, όπως π.χ. ραδιοφωνική μετάδοση FM, GSM, UMTS κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις η σχετική αβεβαιότητα θα είναι διαφορετική για κάθε συγκεκριμένη οργάνωση μέτρησης και πρέπει να επιλεγεί κατάλληλος συνδυασμός όλων των μεμονωμένων αβεβαιοτήτων για να υπολογιστεί η αβεβαιότητα των συνολικών προσπιπτόντων πεδίων και του συνολικού αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης.

Σε αυτό το κεφάλαιο προτείνεται μια γενική μεθοδολογία λήψης και αξιολόγησης πολλαπλών μετρήσεων στενής ζώνης, η οποία οδηγεί στον υπολογισμό των συνολικών ηλεκτρομαγνητικών μεγεθών, του συνολικού αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης, και των αντίστοιχων αβεβαιοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, το οποίο περιέχει φασματικές συνιστώσες από πολλούς πομπούς διαφορετικού τύπου και συχνοτήτων εκπομπής. Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα από τον αριθμό των μη επικαλυπτόμενων συχνοτικών υποζωνών στις οποίες μπορεί να χωριστεί το συνολικό υπό εξέταση εύρος συχνοτήτων και στις οποίες θα πρέπει να ληφθούν μετρήσεις, ανεξάρτητα από τον αριθμό των χρησιμοποιημένων κεραιών και των πολώσεων και ανεξάρτητα από τις ιδιαίτερες ρυθμίσεις της οργάνωσης μέτρησης. Επιπλέον, η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και να αυτοματοποιηθεί με χρήση ειδικά ανεπτυγμένου για τον σκοπό αυτό λογισμικού.

5.1.2 Μεθοδολογία λήψης πολλαπλών μετρήσεων στενής ζώνης και υπολογισμού αβεβαιότητας

Η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με την ακρίβεια των τελικών αποτελεσμάτων μιας μέτρησης μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο εάν από τις όλες τις εμπλεκόμενες αβεβαιότητες προκύψει μια τιμή συνολικής αβεβαιότητας. Ανάλογα όμως με τον τύπο και τις συνθήκες διεξαγωγής της μέτρησης υπάρχει περίπτωση ορισμένα από τα εμπλεκόμενα είδη αβεβαιοτήτων να μην συμπεριληφθούν στον υπολογισμό της συνολικής αβεβαιότητας, εφόσον ασκούν μηδαμινή επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Για την εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας μετρήσεων ηλεκτρικών, μαγνητικών και ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στις περιοχές των εξαιρετικά χαμηλών συχνοτήτων είτε στις περιοχές των ραδιοσυχνοτήτων, είτε αυτές πραγματοποιηθούν με χρήση αναλυτή φάσματος και κατάλληλων κεραιών, είτε με χρήση πεδιομέτρου και κατάλληλων αισθητήρων, οι παράγοντες που επηρεάζουν σε γενικές γραμμές την αβεβαιότητα και θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι οι παρακάτω:

- (α) Η αβεβαιότητα του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τη βαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης.
- (β) Οι αβεβαιότητες των επιμέρους παραμέτρων των ίδιων των οργάνων μέτρησης που προκύπτουν:
 - είτε από τα πιστοποιητικά βαθμονόμησης των οργάνων από εξειδικευμένα για τον σκοπό αυτό εργαστήρια βαθμονόμησης, εφόσον τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα για όλες τις επιμέρους αβεβαιότητες,
 - είτε από τα τεχνικά εγχειρίδια των προδιαγραφών των οργάνων των ίδιων των κατασκευαστών.
- (γ) Οποιοσδήποτε μεταβολές στα χαρακτηριστικά ή αστάθεια κατά την λειτουργία των οργάνων μέτρησης που σχετίζονται με τη μακροπρόθεσμη απόδοση και χρήση τους. Οι αβεβαιότητες αυτού του τύπου ελαχιστοποιούνται με τις επαναλαμβανόμενες διαδικασίες βαθμονόμησης σε χρονικά διαστήματα που συστήνονται από Διεθνή πρότυπα ή από τους κατασκευαστές των οργάνων.
- (δ) Η αβεβαιότητα που σχετίζεται με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη μέτρηση.
- (ε) Το διαφορετικό προσωπικό που πραγματοποιεί τον ίδιο τύπο μέτρησης.
- (στ) Η αβεβαιότητα που εισάγουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία) κατά την διάρκεια διενέργειας των μετρήσεων.

Όλοι οι πιθανοί παράγοντες που συνεισφέρουν στην αβεβαιότητα θα πρέπει να προσδιοριστούν και να εκφραστούν σε τιμές τυπικών αβεβαιοτήτων ανάλογα με την κατανομή πιθανότητας με την οποία σχετίζονται. Οι κατανομές πιθανοτήτων αβεβαιοτήτων τύπου Β μπορούν να λάβουν ποικίλες μορφές εκ των οποίων ορισμένες απαντώνται συχνά σε προβλήματα εκτίμησης αβεβαιότητας μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και έχουν ήδη αναπτυχθεί σε προηγούμενες παραγράφους.

Η διαδικασία υπολογισμού της αβεβαιότητας σε περίπτωση πολλαπλών μετρήσεων στενής ζώνης με χρήση π.χ. αναλυτή φάσματος (μετρήσεις επιλεκτικές ως προς την συχνότητα), θα πρέπει να είναι πλήρως συμβατή με τις μεθόδους εκτίμησης αβεβαιότητας του GUM (ISO, 1995) [24] και άλλων σχετικών οδηγιών [25], [26], [27].

Στο κεφάλαιο αυτό λοιπόν θα παρουσιαστούν και θα εξηγηθούν αναλυτικά τα βήματα που απαιτούνται για να περιγραφεί η διαδικασία λήψης μετρήσεων και εκτίμησης της αβεβαιότητας στην περίπτωση πολλαπλών μετρήσεων στενής ζώνης σε περιβάλλον πολλών πηγών εκπομπής και πολλαπλών συχνοτήτων.

Τα βήματα αυτά είναι:

- (α) Λήψη μετρήσεων και εκτίμηση της αβεβαιότητας της μέτρησης σε συγκεκριμένη/ες ζώνη/ες συχνοτήτων με συγκεκριμένη πόλωση της κεραίας λήψης, εφόσον δεν είναι διαθέσιμη ιστροπική κεραία λήψης,

- (β) Λήψη μετρήσεων και εκτίμηση συνολικής αβεβαιότητας που σχετίζεται με όλες τις δυνατές πολώσεις της κεραίας λήψης σε συγκεκριμένη/ες ζώνη/ες συχνοτήτων, ώστε να προσομοιωθεί ισοτροπική συμπεριφορά,
- (γ) Υπολογισμός των συνολικών πεδίων και εκτίμηση της αβεβαιότητας που συνδέεται με όλες τις πιθανές ζώνες συχνοτήτων στο επιθυμητό φάσμα συχνοτήτων,
- (δ) Υπολογισμός όλων των σχετιζόμενων ηλεκτρομαγνητικών μεγεθών και εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας των,
- (ε) Υπολογισμός του συνολικού αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης και εκτίμηση της αβεβαιότητας του.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στην [12] και ο τρόπος λήψης μετρήσεων στενής ζώνης και συνδυασμού πολώσεων για τον υπολογισμό των συνολικών πεδίων και αβεβαιοτήτων για κατευθυντικές και διπολικές κεραίες παρουσιάζονται στις [18], [22] και [23] και δεν θα αναλυθούν περαιτέρω εδώ. Χάρην συνέχειας του κειμένου της παρούσας πτυχιακής παρουσιάζονται μόνο ο τρόπος υπολογισμού της συνολικής αβεβαιότητας για συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού του συνολικού αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης, εφόσον το σήμα που εξετάζεται (DVB-T) αφορά συγκεκριμένη ζώνη μετρήσεων.

5.1.3 Εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας σε μια συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων

Για να εκτιμηθεί το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο E_B για την B -ιοστή ζώνη συχνοτήτων, ενδέχεται να απαιτηθεί η λήψη μετρήσεων με πολλαπλές πολώσεις της κεραίας λήψης P ($P=P1, P2, \dots, Pr$), εάν αυτή δεν είναι ισοτροπική. Εάν χρησιμοποιηθεί διπολική κεραία, τότε για να προσομοιωθεί η ισοτροπική συμπεριφορά απαιτούνται τρεις μετρήσεις ($r=3$) με αμοιβαία κάθετες μεταξύ των πολώσεις. Εάν χρησιμοποιηθεί κατευθυντική κεραία, ενδεχομένως να είναι απαραίτητες περισσότερες μετρήσεις με διαφορετικές πολώσεις, ανάλογα με την ζώνη συχνοτήτων που εξετάζεται και το είδος του σήματος μέσα σε αυτήν, προκειμένου να ληφθούν υπόψιν και τα φαινόμενα ανάκλασης και σκέδασης. Σε κάθε περίπτωση το ηλεκτρικό πεδίο E_B για όλες τις πολώσεις στην ζώνη B , μπορεί να εκτιμηθεί υπολογίζοντας την τιμή RSS όλων των πεδίων $E_{B,P}$ από τη σχέση:

$$E_B = \sqrt{\sum_{P=P1}^{Pr} E_{B,P}^2} \quad (5.1)$$

όπου $E_{B,P}$ είναι το πεδίο που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την (4.10), το οποίο συνδέεται με την P -ιοστή πόλωση της χρησιμοποιούμενης κεραίας.

Η συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα $u(E_B)$ του E_B μπορεί να εκτιμηθεί λαμβάνοντας υπόψιν τις μερικές αβεβαιότητες για κάθε συνιστώσα $E_{B,P}$. Σε αυτήν την περίπτωση οι συντελεστές ευαισθησίας του E_B ως προς το κάθε $E_{B,P}$ θα δίνονται από τη σχέση:

$$c_{B,P} = \frac{\partial E_B}{\partial E_{B,P}} = \frac{E_{B,P}}{E_B} \quad (5.2)$$

Κατά συνέπεια η $u(E_B)$ μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση:

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

$$u(E_B) = \sqrt{\sum_{P=P_I}^{Pr} (c_{B,P} \cdot u(E_{B,P}))^2} = \frac{1}{E_B} \cdot \sqrt{\sum_{P=P_I}^{Pr} E_{B,P}^2 \cdot u(E_{B,P})^2} \quad (5.3)$$

Η αβεβαιότητα $u(E_{B,P})$ που σχετίζεται με κάθε πόλωση μπορεί να είναι διαφορετική για κάθε πόλωση της κεραίας λήψης λόγω της μεταβολής του παράγοντα κεραίας ή της στάθμης των επιμέρους συχνοτικών συνιστωσών του πεδίου αντίστοιχα για κάθε πόλωση της κεραίας λήψης.

Με χρησιμοποίηση της τιμής που προκύπτει [18] για την $u(E_B)$, μπορεί να εκτιμηθεί η συνολική συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα που συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων το οποίο υποδιαιρείται σε πολλές επιμέρους ζώνες συχνοτήτων. Ο τρόπος εκτίμησης αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.

5.1.4 Εκτίμηση της συνολικής αβεβαιότητας του αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης

Σε περιβάλλον έκθεσης από πολλαπλές πηγές θα πρέπει σύμφωνα με την ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία [6] αλλά και με τα υφιστάμενα Εθνικά και Διεθνή πρότυπα και οδηγίες, όπως π.χ. τις οδηγίες της ICNIRP [28], την σύσταση 1999/519/CE του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης [3], και γενικά τα όρια έκθεσης για πεδία ραδιοσυχνοτήτων σε διάφορες άλλες χώρες, να υπολογιστεί το άθροισμα των πηλίκων έκθεσης (SEQ) και να συγκριθεί με την μονάδα, προκειμένου να αξιολογηθεί η συμμόρφωση με τα κείμενα επίπεδα αναφοράς για έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία μή ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Για την αποφυγή θερμικών αποτελεσμάτων, η τιμή του SEQ για το ηλεκτρικό πεδίο E και το μαγνητικό πεδίο H (E_SEQ και H_SEQ αντίστοιχως) θα πρέπει να είναι μικρότερη της μονάδας και στην περίπτωση αυτή τα αθροίσματα των πηλίκων έκθεσης δίδονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$E_SEQ = \sum_{i=100\text{KHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \quad (5.4)$$

και

$$H_SEQ = \sum_{i=100\text{KHz}}^{150\text{KHz}} \left(\frac{H_i}{d} \right)^2 + \sum_{i>150\text{KHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_i}{H_{L,i}} \right)^2 \quad (5.5)$$

όπου το i αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη συχνότητα f_i , $E_{L,i}$ και $H_{L,i}$ αναφέρονται στα αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου στη συχνότητα f_i , ενώ c και d είναι παράμετροι που ορίζονται από την εκάστοτε οδηγία έκθεσης. Για την Ελλάδα αυτές οι παράμετροι προσδιορίζονται από την εγκύκλιο Α.Π.: Π/105/014 του Συμβουλίου της ΕΕΑΕ [7]. Επίσης, υποτίθεται ότι οι οποιοσδήποτε μετρήσεις εφόσον αναφέρονται στον υπολογισμό τιμών που θα συγκριθούν με τα εκάστοτε θεσμοθετημένα επίπεδα αναφοράς, είναι μετρήσεις πραγματικής ενεργού τιμής (True RMS).

Σε σχέση με το συνολικό άθροισμα των πηλίκων έκθεσης E_SEQ , μπορούμε να ξαναγράψουμε την (5.4) με την μορφή:

$$E_SEQ = \sum_{i=100kHz}^{300GHz} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \quad (5.6)$$

όπου $E_{L,i} = c$ για $100kHz \leq f_i \leq 1MHz$. Αναλύοντας το E_i στις συνιστώσες του, που προέρχονται από διαφορετικές επιμέρους ζώνες και διαφορετικές πολώσεις των κεραιών λήψης, αποδεικνύεται ότι το E_SEQ μπορεί να δοθεί ως άθροισμα των E_SEQ_B κάθε επιμέρους ζώνης ($B=B1, B2, \dots, Bq$):

$$E_SEQ = \sum_{B=B1, B2, \dots, Bq} E_SEQ_B \quad (5.7)$$

όπου το E_SEQ_B κάθε επιμέρους ζώνης δίνεται ως άθροισμα όλων των επιμέρους $E_SEQ_{B,P}$ υπολογισμένων από όλες τις διαθέσιμες πολώσεις ($P=P1, \dots, Pr$) της κεραιάς λήψης:

$$E_SEQ_B = \left(\sum_{P=P1, P2, \dots, Pr} E_SEQ_{B,P} \right) \quad (5.8)$$

Συνδυάζοντας την (5.7) και την (5.8) για όλες τις επιμέρους ζώνες και πολώσεις, η γενική μορφή για το E_SEQ δίνεται από τη σχέση:

$$E_SEQ = \sum_{B=B1, B2, \dots, Bq} \left(\sum_{P=P1, P2, \dots, Pr} E_SEQ_{B,P} \right) \quad (5.9)$$

Η σχέση (5.9) δηλώνει ότι η τιμή του E_SEQ μπορεί να υπολογιστεί στο φάσμα συχνοτήτων ενδιαφέροντος ως άθροισμα όλων των επιμέρους $E_SEQ_{B,P}$ υπολογισμένων από την (5.6) με τις μετρήσεις σε κάθε επιμέρους ζώνη συχνοτήτων για κάθε πόλωση της κεραιάς/κεραιών λήψης.

Για να εξετάσουμε την αβεβαιότητα του E_SEQ σε απόλυτες τιμές, θα πρέπει να υπολογιστεί ο συντελεστής ευαισθησίας του ως προς κάθε $E_{B,P,a}$. Αυτός δίνεται από την σχέση:

$$c_{B,P,a} = \frac{\partial(E_SEQ)}{\partial E_{B,P,a}} = \frac{2E_{B,P,a}}{E_{L,a}^2} \quad (5.10)$$

Εάν, σύμφωνα με την [18], $u_A(E_{B,P,a})$ είναι η αβεβαιότητα του $E_{B,P,a}$ σε απόλυτη τιμή (σε μονάδες $V \cdot m^{-1}$), τότε η απόλυτη συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα $u_A(E_SEQ)$ του E_SEQ θα δίνεται από την σχέση:

$$u_A(E_SEQ) = \sqrt{\sum_a \left(\frac{\partial E_SEQ}{\partial E_{B,P,a}} \right)^2 u_A(E_{B,P,a})^2} = \sqrt{\sum_a \left(\frac{2E_{B,P,a}}{E_{L,a}^2} \right)^2 u_A(E_{B,P,a})^2} \quad (5.11)$$

όπου το a δηλώνει κάθε υπολογισμένο δείγμα πεδίου $E_{B,P,a}$, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Επίσης η $u_A(E_SEQ)$, μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$u_A(E_SEQ) = \sqrt{\sum_{B=B1, B2, \dots, Br} u_A(E_SEQ_B)^2} = \sqrt{\sum_{B=B1, B2, \dots, Bq} \left(\sum_{P=P1, P2, \dots, Pr} u_A(E_SEQ_{B,P})^2 \right)} \quad (5.12)$$

όπου $u_A(E_SEQ_B)$ και $u_A(E_SEQ_{B,P})$ είναι οι υπολογισμένες για κάθε επιμέρους ζώνη και για κάθε επιμέρους πόλωση απόλυτες αβεβαιότητες για τα E_SEQ_B και $E_SEQ_{B,P}$ αντίστοιχα.

Η εξίσωση (5.12) δηλώνει ότι η $u_A(E_SEQ)$ μπορεί να εκτιμηθεί λαμβάνοντας την τιμή RSS όλων των διαθέσιμων $u_A(E_SEQ_{B,P})$, υπολογιζόμενων για κάθε επιμέρους μέτρηση που έχει ληφθεί στο φάσμα συχνοτήτων ενδιαφέροντος.

Παρόμοιες εξισώσεις μπορούν προφανώς να εξαχθούν και για τον υπολογισμό του H_SEQ . Προφανώς, υπό συνθήκες μακρινού πεδίου το E_SEQ είναι ίσο με το H_SEQ , οπότε αρκεί ο υπολογισμός του ενός μόνο. Υπό αυτούς τους περιορισμούς μάλιστα οι τιμές των E_SEQ και H_SEQ είναι ίσες και με την τιμή του αθροίσματος των πηλίκων έκθεσης για τις πυκνότητες ισχύος και για συχνοότητες υψηλότερες από 10MHz, δηλαδή την τιμή:

$$S_SEQ = \sum_{i=10MHz}^{300GHz} \frac{S_i}{S_{L,i}} \quad (5.13)$$

Φυσικά, η εκατοστιαία τιμή της συνδυασμένης τυπικής και της διευρυμένης αβεβαιότητας για το E_SEQ μπορούν να υπολογιστούν από τις σχέσεις:

$$u(E_SEQ) = \frac{u_A(E_SEQ)}{E_SEQ} \cdot 100\% \quad (5.14)$$

και

$$U(E_SEQ) = k \cdot u(E_SEQ) \quad (5.15)$$

όπου ο παράγοντας κάλυψης k συνήθως λαμβάνεται συνήθως ίσος με 1.96 και αναφέρεται σε πιθανότητα κάλυψης 95%.

Από παραδείγματα μετρήσεων που έχουν διενεργηθεί το γενικό συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι η αβεβαιότητα και στο E_{total} και στο E_SEQ εξαρτάται συνήθως από την ζώνη με τα ισχυρότερα επίπεδα σημάτων, αφού χαμηλότερες στάθμες $E_{B,P}$ έχουν μικρότερη επίδραση στην συνολική αβεβαιότητα. Τα ίδια αποτελέσματα επίσης έχουν δείξει ότι και το $U(E)$ και το $U(E_SEQ)$ για κάθε P -ιοστή πόλωση σε κάθε B -ιοστή ζώνη κυμαίνονται στο επίπεδο του 30% ή και λιγότερο. Τα αποτελέσματα, όπως προαναφέρθηκε, καθίστανται πιο ακριβή και η συνολική αβεβαιότητα λαμβάνει χαμηλότερες τιμές εφόσον χρησιμοποιηθούν δεδομένα από πιστοποιητικά βαθμονόμησης του αναλυτή φάσματος σε σχέση με δεδομένα από το φυλλάδιο τεχνικών προδιαγραφών του συγκεκριμένου οργάνου.

6 ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Οι πρότυπες εντολές για προγραμματιζόμενα Όργανα μέτρησης (Standard Commands for Programmable Instruments - SCPI) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τον έλεγχο οργάνων, η οποία προχωρά ένα βήμα πιο μπροστά από το *IEEE 488.2* έτσι ώστε να διευθετήσει μια ευρεία ποικιλία λειτουργιών οργάνων μέτρησης με καθορισμένο τρόπο [29].

Η γλώσσα SCPI προωθεί μια συνέπεια, με όρους προγραμματισμού, ανάμεσα σε όργανα της ίδιας κλάσης και ανάμεσα σε όργανα με παρόμοιες δυνατότητες λειτουργίας. Για μια συγκεκριμένη μέτρηση όπως συχνότητα ή τάση, η SCPI ορίζει ένα συγκεκριμένο σύνολο εντολών που είναι διαθέσιμο για αυτή την μέτρηση. Έτσι, δύο παλμογράφοι φτιαγμένοι από διαφορετικές εταιρίες μπορούν να προγραμματιστούν για να επιτελέσουν μετρήσεις συχνότητας με τον ίδιο τρόπο. Επιπλέον είναι δυνατόν για ένα όργανο που υποστηρίζει την γλώσσα SCPI να κάνει μια μέτρηση συχνότητας χρησιμοποιώντας τις ίδιες εντολές όπως στον παλμογράφο.

Οι εντολές SCPI είναι εύκολες στην εκμάθηση, δηλαδή μελετώντας μια SCPI εντολή μπορούμε εύκολά να καταλάβουμε τι λειτουργία επιτελεί. Η γλώσσα SCPI απευθύνεται ταυτόχρονα σε προχωρημένους και αρχάριους προγραμματιστές. Εάν κατανοήσουμε την οργάνωση και δομή της SCPI, μπορούμε να αποκομίσουμε σημαντικά οφέλη ανεξάρτητα τις γλώσσας προγραμματισμού που θα επιλέξουμε.

6.2 Συνήθεις εντολές προγραμματισμού αναλυτών φάσματος

Αυτό το κεφάλαιο περιέχει συνιτισμένες SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) εντολές προγραμματισμού για τους αναλυτές φάσματος Agilent ESA. Πολλές από αυτές τις εντολές χρησιμοποιούνται από το λογισμικό του Εργαστηρίου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών του ΤΕΙ Κρήτης για τον προγραμματισμό του διαθέσιμου αναλυτή φάσματος (Agilent ESA E4407B) που χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων [30], [31], [32].

Οι εντολές που θα μελετήσουμε στην συνέχεια είναι οι παρακάτω

IEEE Common Commands	
:ABORt	
:CALCulate	[[:SENSe]:BANDwidth
:CALCulate:LLINe	[[:SENSe]:CORRection
:CALCulate:MARKer	[[:SENSe]:DEMod
:CALCulate:NTData	[[:SENSe]:DETEctor
:CALibration	[[:SENSe]:FREQuency
:CONFigure	[[:SENSe]:MIXer
:COUPle	[[:SENSe]:POWEr
:DISPlay	[[:SENSe]:SIDentify
:FORMat	[[:SENSe]:SWEep
:HCOPY	:SOURce
:INITiate	:STATus
:INPut	:STATus:QUEStionable
:INSTrument	:SYSTem
:MMEMory	:TRACe
:OUTPut	:TRIGger
[[:SENSe]:	:UNIT
[[:SENSe]:AVERage	

6.2.1 IEEE Common Commands (Κοινές εντολές κάτω από το πρότυπο IEEE)

Αυτές οι εντολές είναι ορισμένες στο IEEE Standard 488.2-1992, *IEEE Standard Codes, Formats, Protocols and Common Commands for Use with ANSI/IEEE Std 488.1-1987*. New York, NY, 1992

6.2.1.1 Calibration Query (Ερώτημα καλιμπραρίσματος)

*CAL?

Εκτελεί μια ολοκληρωμένη ευθυγράμμιση και επιστρέφει έναν αριθμό που υποδεικνύει την επιτυχία της ευθυγράμμισης. Μηδέν επιστρέφεται αν η ευθυγράμμιση ήταν επιτυχής. Η αντίστοιχη SPCI εντολή είναι

:CALibrate [:ALL]?

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System** → **Alignments** → **Align All Now**

6.2.1.2 Clear Status (Καθαρισμός status)

*CLS

Καθαρίζει /Αρχικοποιεί το status byte. Αυτό επιτυγχάνεται αδειάζοντας την ουρά σφαλμάτων και “καθαρίζοντας” όλα τα bits σε όλους τους καταχωρητές γεγονότων (event registers). Οι καταχωρητές status byte συνοψίζουν σε την κατάσταση των άλλων καταχωρητών.

6.2.1.3 Standard Event Status Enable (Ενεργοποίηση κατάστασης Στάνταρτ γεγονότων)

*ESE <αριθμός>

*ESE?

Αυτός ο καταχωρητής ελέγχει για σφάλματα εισόδου/εξόδου και τις συνθήκες συγχρονισμού όπως operation complete, request control, query error, device dependent error, execution error, command error και power on. Το ερώτημα επιστρέφει την κατάσταση του καταχωρητή status event status enable. Εύρος: Ακέραιος, από 0 έως 255

6.2.1.4 Standard Event Status Register Query (Ερώτημα κατάστασης καταχωρητή στάνταρτ γεγονότων)

*ESR?

Στέλνει ερώτηση και αρχικοποιεί τον καταχωρητή κατάστασης στάνταρτ γεγονότων. (Η ενέργεια αυτή είναι μη αναστρέψιμη). Πεδίο ορισμού: Ακέραιος, από 0 έως 255

6.2.1.5 Identification Query (Ερώτημα Χαρακτηριστικών)

*IDN?

Επιστρέφει ένα αλφαριθμητικό με πληροφορίες ταυτότητας/χαρακτηριστικών του οργάνου. Το αλφαριθμητικό περιέχει το μοντέλο, τον σειριακό αριθμό και την έκδοση του υλικολογισμικού (firmware). Η απάντηση παρουσιάζεται σε τέσσερα πεδία χωρισμένα με κόμματα:

Manufacturer

Model

Serial number

Firmware version

Παράδειγμα: Hewlett-Packard, E4401B, US39120213, A.06.00

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System**→ **Show System**

6.2.1.6 Instrument State Query (Ερώτημα κατάστασης οργάνου)

*LRN?

Επιστρέφει την τρέχουσα κατάσταση του οργάνου σε ένα block ορισμένου μήκους. Η πληροφορία είναι σε γλώσσα μηχανής. Στέλνοντας το ερώτημα επιστρέφεται το ακόλουθο μορφή:

#PQQSYST:SET #NMMM<state_data>

παράδειγμα

#42031SYST:SET #42016<state data>

6.2.2 Operation Complete (Ολοκλήρωση Διαδικασίας)

*OPC

*OPC?

Αλλάζει το μηδενικό bit στον καταχωρητή Standard Event Status σε “1” όταν όλες η διαδικασίες που εκκρεμούν τελειώσουν. Το ερώτημα σταματάει νέες εντολές από το να επεξεργαστούν μέχρι να τελειώσει η διαδικασία του ερωτήματος. Τότε επιστρέφει ένα “1”, και το

πρόγραμμα συνεχίζει. Αυτό το ερώτημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να συγχρονίσουμε γεγονότα άλλων οργάνων στον εξωτερικό δίαυλο.

6.2.2.1 Recall (Εντολή ανάκλησης)

*RCL <καταχωρητής>

Αυτή η εντολή ανακαλεί μια σωσμένη κατάσταση του οργάνου από συγκεκριμένο καταχωρητή του οργάνου. Εύρος: Οι καταχωρητές είναι ένας ακέραιος, από 0 έως 127. Αν η κατάσταση που φορτώνεται έχει νεότερη έκδοση υλικολογισμικού (firmware) σε σχέση με αυτήν του οργάνου, τότε δεν ανακαλείται και αναφέρεται σφάλμα.

- Αν η κατάσταση που φορτώνεται έχει ίδια έκδοση υλικολογισμικού σε σχέση με αυτήν του οργάνου, τότε η κατάσταση ανακαλείται και φορτώνεται.
- Αν η κατάσταση που φορτώνεται έχει παλαιότερη έκδοση υλικολογισμικού σε σχέση με αυτήν του οργάνου, το όργανο θα φορτώσει μόνο τα μέρη της κατάστασης που εφαρμόζονται στην παλαιότερη έκδοση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File→ Recall State**

6.2.2.2 Reset (Επαναφορά ρυθμίσεων)

*RST

Αυτή η εντολή επαναφέρει το όργανο σε εργοστασιακές ρυθμίσεις που είναι κατάλληλες για προγραμματισμό.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Preset**

6.2.2.3 Save (Σώσιμο/Αποθήκευση)

*SAV <καταχωρητής>

Αυτή η εντολή σώνει την κατάσταση του αναλυτή σε συγκεκριμένο καταχωρητή του οργάνου. Εύρος: Καταχωρητές ακέραιοι αριθμοί, 0 έως 127.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File→ Save State**

6.2.2.4 Service Request Enable

*SRE <ακέραιος>

*SRE?

Αυτή η εντολή σετάρει την τιμή του καταχωρητή Service Request Enable.

Το ερώτημα επιστρέφει την τιμή του καταχωρητή.

Εύρος: Ακέραιος, από 0 έως 255

6.2.2.5 Read Status Byte Query

*STB?

Επιστρέφει την τιμή του καταχωρητή status byte χωρίς να επηρεάζει τα δεδομένα του.

6.2.2.6 Trigger

*TRG

Αυτή η εντολή ενεργοποιεί το trigger του οργάνου. Χρησιμοποιώντας την εντολή :TRIGger:SEQuence:SOURce για να επιλέξουμε πηγή trigger.

6.2.2.7 Self Test Query (Ερώτημα αυτοδιάγνωσης)

***TST?**

Αυτό το ερώτημα χρησιμοποιείται από μερικούς αναλυτές/όργανα για αυτοδιάγνωση. Για τους αναλυτές Agilent ESA, ***TST?** Επιστρέφει πάντα 0; Δεν εκτελείται αυτοδιάγνωση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System** → **Alignments** → **Align All Now**

6.2.2.8 Wait-to-Continue (Αναμονή για να συνεχίσει)

***WAI**

Αυτή η εντολή κάνει το όργανο να περιμένει ώσπου όλες οι εκκρεμείς εντολές να ολοκληρωθούν πριν εκτελέσει επιπρόσθετες εντολές.

6.2.3 ABORT Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου ακύρωσης)

6.2.3.1 Abort (Ακύρωση)

:Abort

Επανεκκινεί οποιαδήποτε σάρωση ή μέτρηση σε εξέλιξη, και αρχικοποιεί το σύστημα sweep ή trigger. Η μέτρηση αναφέρετε σε οποιαδήποτε μέτρηση βρεθεί στο μενού MEASURE

- Αν **:INITiate:CONTinuous** είναι off (μοναδική μέτρηση), τότε **:INITiate:IMMediate** θα ξεκινήσει μια νέα μοναδική μέτρηση.
- Αν **:INITiate:CONTinuous** είναι on (συνεχόμενη measure), αμέσως θα ξεκινήσει μια νέα συνεχόμενη μέτρηση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Restart** for continuous measurement mode

6.2.4 CALCulate Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού)

Αυτό το σύνολο εντολών χρησιμοποιείται ώστε να εκτελέσουμε λειτουργίες επεξεργασίας στα δεδομένα πριν τα ανακτήσουμε / κατεβάσουμε από τον αναλυτή. Στον αναλυτή μας, οι κύριες λειτουργίες αυτού του συνόλου εντολών είναι σημάδια και όρια (markers/limits).

6.2.4.1 NdBpoints

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth:NDB <rel_ampl>

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth:NDB?

Επιλέγει την στάθμη, κάτω από το peak του σήματος στην οποία το εύρος ζώνης του σήματος θα μετρηθεί από markers.

Το **:CALCulate:BWIDth|BANDwidth:[:STATe]** Πρέπει να είναι ON.

Εργοστασιακή ρύθμιση και ***RST**: -3dB

Εύρος: -80dB μέχρι -1 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search** (ή **Search**) → **N dB Points**

6.2.4.2 NdBresults

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth:REsult?

Επιστρέφει το μετρημένο εύρος ζώνης στην στάθμη σήματος ορισμένη από

:CALCulate:BWIDth:NDB. -100 επιστρέφεται αν

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth[:STATe] είναι off, ή όταν το αποτέλεσμα δεν είναι διαθέσιμο.

Εύρος: Πραγματικές τιμές μικρότερες από το τρέχον συχνοτικό διάστημα (frequency span).

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search (ή Search) → N dB Points**

6.2.4.3 NdBstate

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALCulate:BWIDth|BANDwidth[:STATe]?

Ελέγχει την λειτουργία μέτρησης εύρους ζώνης. Η λειτουργία μετράει το εύρος ζώνης, κάτω από όσα dB είναι ορισμένα στο **:CALCulate:BWIDth:NDB**, του μέγιστου σήματος στην οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Peak Search (ή Search) → N dB Points On Off

6.2.4.4 Test Current Trace Data Against all Limit Lines

:CALCulate:CLIMits:FAIL?

Εξετάζει την κατάσταση της εξεταζόμενης γραμμής σε ένα συγκεκριμένο όριο. Επιστρέφει 0 αν το data trace επιτυγχάνει όταν συγκρίνεται με όλα τα τρέχοντα όρια γραμμών. Επιστρέφει 1 αν το data trace αποτυγχάνει οποιοδήποτε τεστ σε όριο γραμμών.

6.2.5 CALCulate:LLINE Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού γραμμών)

Οριογραμμές μπορούν να καθοριστούν για τις μετρήσεις μας. Έτσι μπορούμε να έχουμε το όργανο να συγκρίνει τα δεδομένα με καθορισμένα δικά μας όρια και να υποδεικνύει μια κατάσταση επιτυχίας/αποτυχίας.

6.2.5.1 Delete All Limit Lines in Memory

:CALCulate:LLINE:ALL:DELeTe

Σβήνει όλες τις οριογραμμές στην μνήμη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display→Limits→Delete All Limits**

6.2.5.2 Control Limit Line Amplitude Interpolation

:CALCulate:LLINE[1]|2:AMPLitude:INTerpolate:TYPE

LOGarithmic|LINear

:CALCulate:LLINE[1]|2:AMPLitude:INTerpolate:TYPE?

Επιλέγει τον τύπο της παρεμβολής για διαφορετικές τιμές πλάτους τις προσδιορισμένης οριογραμμής συγκρινόμενο με μετρημένα δεδομένα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2→ Amptd Interp Log Lin

6.2.5.3 Set Fixed or Relative Limit Lines

:CALCulate:LLINe:CMODE FIXEd|RELative

:CALCulate:LLINe:CMODE?

Καθορίζει αν τα τρέχοντα όρια γραμμών είναι σταθερά ή σχετικά.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display→Limits→Limits Fixed Rel**

6.2.5.4 Set Limit Line X-axis Units

:CALCulate:LLINe:CONTRol:DOMain FREQuency|TIME

:CALCulate:LLINe:CONTRol:DOMain?

Επιλέγει πώς καθορίζονται τα όρια γραμμών: ανάλογα με την συχνότητα, ή ανάλογα με την ρύθμιση του χρόνου σάρωσης του αναλυτή φάσματος.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display→Limits→X Axis Units Freq Time**

6.2.5.5 Control Limit Line Frequency Interpolation

:CALCulate:LLINe[1]|2:CONTRol:INTerpolate:TYPE LOGarithmic|LINear

:CALCulate:LLINe[1]|2:CONTRol:INTerpolate:TYPE?

Επιλέγει τον τύπο της παρεμβολής (interpolation) για τιμές συχνότητας προσδιορισμένης οριογραμμής, συγκρινόμενη με μετρημένα δεδομένα. Αυτό ισχύει μόνο στο πεδίο της συχνότητας. Η λειτουργία αυτή δεν δουλεύει με zero span, δηλαδή όταν ο αναλυτής δουλεύει στο πεδίο του χρόνου.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2→Freq Interp Log Lin

6.2.5.6 Define Limit Line Values

:CALCulate:LLINe[1]|2:DATA

<x-axis>,<ampl>,<connected>{,<x-axis>,<ampl>,<connected>}

:CALCulate:LLINe[1]|2:DATA?

Καθορίζει τις τιμές των οριογραμμών, και σβήνει τα προϋπάρχοντα δεδομένα. Μέχρι και 200σημεία μπορούν να καθοριστούν για κάθε όριο. Δεν επιτρέπονται μονάδες μετρήσεων.

- **<x-axis>** - επιτρέπονται μόνο τιμές συχνότητας ή χρόνου οπώς καθορίζονται από το **:CALCulate:LLINe:CONTRol:DOMain**. Η συχνότητες είναι πάντα σε Hz. Ο χρόνος πάντα σε sec. Δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτή την παράμετρο.
- **<ampl>** - οι τιμές πλάτους βρίσκονται στον τρέχον Y-άξονα. Μέχρι και δύο τιμές πλάτους μπορούν να δοθούν για κάθε τιμή X-άξονα, επαναλαμβάνοντας το **<x-axis>** στην λίστα δεδομένων. Δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτή την παράμετρο.
- **<connected>** - οι τιμές σύνδεσης είναι είτε 0 είτε 1. Το 1 σημαίνει ότι αυτό το σημείο θα πρέπει να συνδεθεί με ένα προηγούμενο καθορισμένο σημείο ώστε να ορίσουν την οριογραμμή. Το 0 σημαίνει ότι αυτό είναι ένα σημείο ασυνέχειας και ότι δεν συνδέεται με προηγούμενο σημείο.

Η τιμή "connected" αγνοείται για το πρώτο σημείο.

Παράδειγμα: **CALC:LLIN1:DATA**

1000000000,-20,0,200000000,-30,1

Εύρος: **<x-axis>** -30Gs μέχρι +30Gs για όρια εκφρασμένα σε χρόνο

<x-axis> -30GHz μέχρι +350GHz για όρια εκφρασμένα σε συχνότητα

<ampl> -120dBm μέχρι +100 dBm

<connected> 0 ή 1

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→X Axis Units Freq Time
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit→Point
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit→Frequency
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit→Amplitude
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit→Connected
Display→Limits→Limit 1/2→ Edit→Delete Point

6.2.5.7 Merge Additional Values into the Existing Limit Line

:CALCulate:LLINe[1]|2:DATA:MERGe
<x-axis>,<ampl>,<connected>{,<x-axis>,<ampl>,<connected>}

Προσθέτει τα σημεία με τις προκαθορισμένες τιμές στο τρέχον όριο γραμμής, επιτρέποντας μας να συγχωνεύσουμε τα δεδομένα των οριογραμμών. Μέχρι και 2 τιμές πλάτους επιτρέπονται για κάθε τιμή x. Αν προσπαθήσουν να συγχωνευτούν παραπάνω δεδομένα απ' ότι είναι δυνατό, τότε τα περισσότερα δυνατά σημεία θα συγχωνευτούν σε ένα προϋπάρχον όριο και τα υπόλοιπα θα επιστρέψουν σφάλματα. Μέχρι και 200σημεία μπορούν να καθοριστούν για κάθε όριο.

- <x-axis> - επιτρέπονται μόνο τιμές συχνότητας ή χρόνου οπός καθορίζονται από το :CALCulate:LLINe:CONTRol:DOMain. Η συχνότητες είναι πάντα σε Hz. Ο χρόνος πάντα σε sec. Δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτή την παράμετρο.
- <ampl> - οι τιμές πλάτους βρίσκονται στον τρέχον Y-άξονα. Μέχρι και δύο τιμές πλάτους μπορούν να δοθούν για κάθε τιμή X-άξονα, επαναλαμβάνοντας το <x-axis> στην λίστα δεδομένων. Δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτή την παράμετρο.
- <connected> - οι τιμές σύνδεσης είναι είτε 0 είτε 1. Το 1 σημαίνει ότι αυτό το σημείο θα πρέπει να συνδεθεί με ένα προηγούμενο καθορισμένο σημείο ώστε να ορίσουν την οριογραμμή. Το 0 σημαίνει ότι αυτό είναι ένα σημείο ασυνέχειας και ότι δεν συνδέεται με προηγούμενο σημείο.

Η τιμή "connected" αγνοείται για το πρώτο σημείο.

Παράδειγμα: CALC:LLIN1:DATA
1000000000,-20,0,200000000,-30,1
Εύρος: <x-axis> -30Gs μέχρι +30Gs για όρια εκφρασμένα σε χρόνο
<x-axis> -30GHz μέχρι +350GHz για όρια εκφρασμένα σε συχνότητα
<ampl> -120dBm μέχρι +100 dBm
<connected> 0 ή 1

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→X Axis Units Freq Time

6.2.5.8 Delete Limit Line

:CALCulate:LLINe[1]|2:DELeTe
Διαγράφει την επιλεγμένη οριογραμμή.

6.2.5.9 Display the Limit Line

:CALCulate:LLINe[1]|2:DISPlay OFF|ON|0|1
:CALCulate:LLINe[1]|2:DISPlay?

Ελέγχει την απεικόνιση τις τρέχουσας οριογραμμής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: Display→Limits→Limit 1/2, Limit On Off

6.2.5.10 Test the Data Against the Limit Line

:CALCulate:LLINe[1]|2:FAIL?

Ερωτά την κατάσταση της οριογραμμής που εξετάζεται. Επιστρέφει 0 αν τα δεδομένα περάσουν με επιτυχία, και επιστρέφει 1 αν έχουμε αποτυχία. Αυτή η τιμή είναι έγκυρη αν το margin ή το limit test είναι σε κατάσταση On. Αυτό επιτυγχάνεται με την εντολή :CALCulate:LLINe[1]|2:STATe OFF|ON|0|1.

6.2.5.11 Set the Margin Size

:CALCulate:LLINe[1]|2:MARGIn <rel_ampl>

:CALCulate:LLINe[1]|2:MARGIn?

Μας επιτρέπει να καθορίσουμε το ποσοστό του margin της μέτρησης που προστίθεται στην προσδιορισμένη οριογραμμή.

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2, Margin On Off

6.2.5.12 Display the Limit Margin

:CALCulate:LLINe[1]|2:MARGIn:STATe OFF|ON|0|1

:CALCulate:LLINe[1]|2:MARGIn:STATe?

Μας επιτρέπει να εμφανίσουμε ένα margin μέτρησης που προστίθεται στην προκαθορισμένη οριογραμμή για να επιτελέσει δεύτερο τεστ στα δεδομένα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2, Margin On Off

6.2.5.13 Control Limit Line Testing

:CALCulate:LLINe[1]|2:STATe OFF|ON|0|1

:CALCulate:LLINe[1]|2:STATe?

Αλλάζει την κατάσταση του τεστ οριογραμμής on/off. Το όριο(Limit) και το margin θα τεσταριστούν μόνο αν εμφανιστούν στην οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2, Limit On Off

6.2.5.14 Select the Type of Limit Line

:CALCulate:LLINe[1]|2:TYPE UPPer|LOWer

:CALCulate:LLINe[1]|2:TYPE?

Ρυθμίζει την οριογραμμή σαν ανώτερου είτε κατώτερου τύπου οριογραμμή. Μια οριογραμμή ανώτερου τύπου χρησιμοποιείται σαν το μέγιστο ανώτερο όριο τιμής όταν συγκρίνουμε με δεδομένα.

Η κατώτερου τύπου χρησιμοποιείται σαν κατώτερο όριο.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display→Limits→Limit 1/2, Type Upper Lower

6.2.6 CALCulate:MARKer Subsection(Σύνολο εντολών τύπου υπολογισμού σηματοδίων)

6.2.6.1 Markers All Off on All Traces

:CALCulate:MARKer:AOff

Απενεργοποιεί όλα τα σημάδια από το ίχνος (trace).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Marker All Off**

6.2.6.2 Continuous Peaking Marker Function

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:CPEak[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:CPEak[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την λειτουργία continuous peaking. Αυτή η λειτουργία βάζει το επιλεγμένο σημάδι στην υψηλότερη απεικονιζόμενη κορυφή του σήματος.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Continuous Pk On Off**

6.2.6.3 Frequency Counter Marker Resolution

:CALCulate:MARKer:FCOunt:RESolution <real>

:CALCulate:MARKer:FCOunt:RESolution?

Ρυθμίζει την ανάλυση του μετρητή σημαδιού συχνότητας. Ρυθμίζοντας την ανάλυση σε AUTO θα συνθέσει την ανάλυση του μετρητή σημαδιού συχνότητας στο συχνοτικό εύρος (frequency span).

Εύρος: από 1Hz μέχρι 100kHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Freq Count → Resolution Auto Man**

6.2.6.4 Frequency Counter Marker Automatic Resolution

:CALCulate:MARKer:FCOunt:RESolution:AUTO OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer:FCOunt:RESolution:AUTO?

Ρυθμίζει την ανάλυση του μετρητή σημαδιού συχνότητας έτσι ώστε να συντεθεί αυτόματα στο συχνοτικό εύρος (frequency span), παράγοντας το γρηγορότερο και ακριβέστερο μέτρημα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Freq Count → Resolution Auto Man**

6.2.6.5 Frequency Counter Marker

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:FCOunt[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:FCOunt[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τον μετρητή σημαδιού συχνότητας. Για να ερωτήσουμε την κατάσταση του μετρητή συχνότητας, χρησιμοποιείται η **:CALCulate:MARKer[1]:FCOunt:X?** Αν το προσδιορισμένο νούμερο σημαδιού δεν είναι ενεργό σημάδι, τότε γίνεται το ενεργό σημάδι. Αν το προσδιορισμένο νούμερο σημαδιού δεν είναι σε κατάσταση on, τότε αλλάζει σε κατάσταση on και γίνεται ενεργό σημάδι. Από την στιγμή που ο μετρητής σημαδιού είναι σε κατάσταση on, παραμένει σε κατάσταση on για κάθε ενεργό σημάδι, όχι μόνο αυτό που χρησιμοποιήθηκε στην εντολή. Επιστρέφεται 1 μόνο αν ο μετρητής σημαδιών είναι σε κατάσταση on και το επιλεγμένο νούμερο είναι ενεργό σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Freq Count → Marker Count On Off**

6.2.6.6 Frequency Counter Marker Query

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:FCOunt:X?

Ερωτά την κατάσταση του μετρητή συχνότητας σημαδιού.

6.2.6.7 Marker Function

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:FUNCtion BPOWer|NOISe|OFF
:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:FUNCtion?

Επιλέγει την λειτουργία σημάδι για το συγκεκριμένο σημάδι. Για την τιμή που επιστρέφεται από την λειτουργία, χρησιμοποιείται η

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:Y?

BPOWer είναι ή ενέργεια συγχωνευμένη μέσα στο εύρος ζώνης.

NOISe είναι μέτρηση του θορύβου

OFF απενεργοποιεί όλες τις λειτουργίες

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Function**

6.2.6.8 Marker Peak (Maximum) Search

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MAXimum

Επιτελεί μια εύρεση κορυφών βασισμένη στις ρυθμίσεις της

:CALCulate:MARKer:PEAK:SEARCh:MODE.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Meas Tools → Peak Search**

6.2.6.9 Marker Peak (Maximum) Left Search

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MAXimum:LEFT

Τοποθετεί το επιλεγμένο σημάδι στην επόμενη υψηλότερη κορυφή του σήματος, στα αριστερά της τρέχουσας σηματοδεδεμένης κορυφής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Next Pk Left**

6.2.6.10 Marker Next Peak (Maximum) Search

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MAXimum:NEXT

Τοποθετεί το επιλεγμένο σημάδι στην επόμενη υψηλότερη κορυφή του σήματος από την τρέχουσα σηματοδεδεμένη κορυφή.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Next Peak**

6.2.6.11 Marker Peak (Maximum) Right Search

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MAXimum:RIGHT

Τοποθετεί το επιλεγμένο σημάδι στην επόμενη υψηλότερη κορυφή του σήματος, στα δεξιά της τρέχουσας σηματοδεδεμένης κορυφής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Next Pk Right**

6.2.6.12 Marker Peak (Minimum) Search

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MINimum

Τοποθετεί το επιλεγμένο σημάδι στο χαμηλότερο σημείο του σήματος-ίχνους (trace) που είναι διορισμένο σε αυτό το συγκεκριμένο νούμερο σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Min Search**

6.2.6.13 Marker Mode

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MODE POSition|DELTA|BAND|SPAN

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MODE?

Επιλέγει τον τύπο των σημάδιών που θέλουμε να ενεργοποιήσουμε.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Position: Επιλέγει ένα κανονικό σημάδι που μπορεί να τοποθετηθεί πάνω στο σήμα/ίχνος και από το οποίο μπορεί να παραχθεί πληροφορίες ίχνους.

Delta: Ενεργοποιεί ένα ζευγάρι από σημάδια, το ένα από τα οποία είναι σταθερό-ακλόνητο στην τρέχουσα θέση του σημαδιού. Το άλλο σημάδι μπορεί να μετακινηθεί οπουδήποτε στο ίχνος. Το marker readout δείχνει την διαφορά ανάμεσα στα δύο σημάδια.

Band: Ενεργοποιεί ένα ζευγάρι από σημάδια μπάντας, όπου κάθε σημάδι μπορεί να τοποθετηθεί ξεχωριστά πάνω στο ίχνος. Το marker readout δείχνει τη διαφορά ανάμεσα στα δύο σημάδια.

Span: Ενεργοποιεί ένα ζευγάρι από σημάδια απόστασης(span), όπου η θέση του σημαδιού ελέγχεται αλλάζοντας το span και/ή την κεντρική συχνότητα ανάμεσα σε 2 σημάδια. Το marker readout δείχνει την διαφορά ανάμεσα σε δύο σημάδια.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Marker → Normal

Marker → Delta

Marker → Delta Pair Ref Delta

Marker → Span Pair Span Center

6.2.6.14 Define Peak Excursion

:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion <rel_ampl>

:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion?

Καθορίζει την ελάχιστη έκβαση του σήματος πάνω από το κατώφλι για να εκτελεστεί ή ρουτίνα εσωτερικής αναγνώρισης κορυφών ώστε να αναγνωρίσει ένα σήμα σαν κορυφή. Αυτό αφορά όλα τα ίχνη(traces) και όλα τα παράθυρα.

Εύρος: 0 έως 100dB

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Peak Search → Search Criteria → Peak Excursion

6.2.6.15 Define Peak Search

:CALCulate:MARKer:PEAK:SEARch:MODE PARAmeter|MAXimum

:CALCulate:MARKer:PEAK:SEARch:MODE?

Ορίζει την λειτουργία εύρεσης κορυφών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Peak Search → Search Criteria → Peak Search Type → Max Value | Excursion & Threshold

6.2.6.16 Define Peak Threshold

:CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold <ampl>

:CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold?

Καθορίζει το ελάχιστο επίπεδο σήματος για να εκτελεστεί ή ρουτίνα εσωτερικής αναγνώρισης κορυφών του αναλυτή ώστε να αναγνωρίσει ένα σήμα σαν κορυφή. Αυτό αφορά όλα τα ίχνη(traces) και όλα τα παράθυρα.

Εύρος: Επίπεδο αναφοράς στο κάτω επίπεδο της οθόνης

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: Μονάδα μέτρησης του πλάτους

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Peak Search → Search Criteria → Peak Threshold

6.2.6.17 Peak to Peak Delta Markers

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:PTPeak

Τοποθετεί τα σημάδια δέλτα στα υψηλότερα και χαμηλότερα σημεία του ίχνους (trace).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Peak Search → Pk-Pk Search**

6.2.6.18 Set Center Frequency to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:CENTER

Ορίζει την κεντρική συχνότητα ίση με την επιλεγμένη συχνότητα του σημαδιού, όπου κινεί το σημάδι στο κέντρο της οθόνης. Στην λειτουργία σημαδιού δέλτα, η κεντρική συχνότητα ορίζεται στην τιμή του σημαδιού δέλτα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Mkr -> CF**

6.2.6.19 Set Reference Level to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:RLEVel

Ορίζει το επίπεδο αναφοράς, στο επιλεγμένο πλάτος που ορίζεται στο ίχνος από το σημάδι. Σε λειτουργία δέλτα σημαδιού, το επίπεδο αναφοράς ορίζεται στην διαφορά πλάτους ανάμεσα στα σημάδια.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Marker → Mkr → Ref Lvl

Peak Search → Meas Tools → Mkr → Ref Lvl

6.2.6.20 Set Span to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:SPAN

Ρυθμίζει την απόσταση/span σε αυτήν της τιμής της επιλεγμένης συχνότητας του σημαδιού.

Το επιλεγμένο σημάδι πρέπει να είναι σε λειτουργία δέλτα. Επιλέγουμε λειτουργία σημαδιού δέλτα με : **CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:MODE DELTa.**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Marker → Delta → Marker → Mkr Δ → Span

6.2.6.21 Set Start Frequency to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:START

Ρυθμίζει την συχνότητα εκκίνησης στην τιμή της επιλεγμένης συχνότητας που ορίζεται στο ίχνος από το σημάδι. Σε λειτουργία σημαδιού δέλτα, η συχνότητα εκκίνησης ορίζεται στην τιμή του σημαδιού δέλτα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Mkr → Start**

6.2.6.22 Set Center Frequency Step Size to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:STEP

Ρυθμίζει το μέγεθος του βήματος της κεντρικής συχνότητας ώστε να είναι ισοδύναμο με την τιμή της επιλεγμένης συχνότητας που ορίζεται στο ίχνος από το σημάδι. Σε λειτουργία σημαδιού δέλτα, το μέγεθος βήματος της κεντρικής συχνότητας εκκίνησης θα οριστεί στην διαφορά συχνότητας ανάμεσα στα σημάδια.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Mkr → CF Step**

6.2.6.23 Set Stop Frequency to the Marker Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4[:SET]:STOP

Ρυθμίζει την συχνότητα τερματισμού στην τιμή της συχνότητας του ενεργού/επιλεγμένου σημαδιού. Σε λειτουργία δέλτα σημαδιού, η συχνότητα τερματισμού ρυθμίζεται στην δέλτα τιμή σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Mkr → Stop**

6.2.6.24 Marker On/Off

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:STATe OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:STATe?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το επιλεγμένο σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Off**

6.2.6.25 Marker Table On/Off

:CALCulate:MARKer:TABLE:STATe OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer:TABLE:STATe?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τον πίνακα (table) του σημαδιού.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Marker Table On Off**

6.2.6.26 Marker to Trace

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRACe <integer>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRACe?

Αναθέτει το επιλεγμένο σημάδι στο καθορισμένο ίχνος 1,2 ή 3.

Εύρος: 1 έως 3

6.2.6.27 Marker to Trace Auto

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRACe:AUTO OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRACe:AUTO?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τα αυτόματα σημάδια στη λειτουργία ίχνους/trace.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → Marker Trace Auto 1 2 3**

6.2.6.28 Continuous Signal Tracking Function

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRCKing[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:TRCKing[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την λειτουργία ιχνήλατης (tracking) σημαδιού στο σήμα. Βάζει επαναλαμβανόμενα το επιλεγμένο σημάδι στην υψηλότερη εμφανιζόμενη κορυφή του σήματος και το μετακινεί στην κεντρική συχνότητα. Αυτό μας επιτρέπει να κρατήσουμε ένα σήμα που ολισθαίνει σε συχνότητα, μέσα στην οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι

Frequency/Channel → Signal track On Off

6.2.6.29 Marker X Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X?

Βάζει το καθορισμένο σημάδι πάνω στο διορισμένο ίχνος (trace) σε μια ορισμένη τιμή X του ίχνους. Η τιμή είναι σε μονάδα μέτρησης του αξονα X (η οποία είναι συχνά συχνότητα ή χρόνος). Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα X τιμή του διορισμένου σημαδιού.

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: Συμπίπτει με την μονάδα μέτρησης του ίχνους του οποίου είναι τοποθετημένο το σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker**

6.2.6.30 Span Markers Center Frequency X Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:CENTer <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:CENTer?

Μετακινεί την κεντρική συχνότητα, του καθορισμένου ζευγαριού σημαδιών τύπου span, στην ορισμένη τιμή X ίχνους. Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα X τιμή της κεντρικής συχνότητας των καθορισμένων σημαδιών.

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: Συμπίπτει με την μονάδα μέτρησης του οποίου είναι τοποθετημένο το σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker** → **<active marker>** → **Span Pair**

6.2.6.31 Marker X Position

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition <integer>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition?

Τοποθετεί καθορισμένο σημάδι σε ορισμένο ίχνος στην συγκεκριμένη X θέση.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα X θέση για το καθορισμένο σημάδι.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker**

6.2.6.32 Span Markers Center Frequency X Position

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:CENTer <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:CENTer?

Τοποθετεί την κεντρική συχνότητα, του καθορισμένου ζεύγους σημαδιών τύπου span, στην ορισμένη θέση X του ίχνους. Η εντολή

:CALCulate:MARKer:MODE SPAN

χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε σημάδια απόστασης/span.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα θέση X της κεντρικής συχνότητας των καθορισμένων σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker** → **<active marker>** → **Span Pair**

6.2.6.33 Span Markers Span X Position

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:SPAN <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:SPAN?

Αλλάζει την απόσταση/span συχνότητας, του καθορισμένου ζεύγους σημαδιών τύπου απόστασης/span, ώστε να μετακινηθούν τα σημάδια σε επιθυμητές X θέσεις πάνω στο ίχνος.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα X θέση απόστασης/span συχνότητας των καθορισμένων σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker** → **<active marker>** → **Span Pair**

6.2.6.34 Delta Pair Markers Start Frequency X Position

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:START <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:START?

Τοποθετεί το πιο ακριανό σημάδι αριστερά, στην αρχική συχνότητα (συχνότητα αναφοράς) του καθορισμένου ζεύγους σημαδιών τύπου band, στην ορισμένη X θέση πάνω στο ίχνος.

Η εντολή **:CALCulate:MARKer:MODE BAND** χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε σημάδια απόστασης/span.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα θέση X της αρχικής συχνότητας(συχνότητα αναφοράς) των καθορισμένων σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → <active marker> → Delta Pair**

6.2.6.35 Delta Pair Markers Stop Frequency X Position

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:STOP <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:POSition:STOP?

Τοποθετεί το πιο ακριανό σημάδι δεξιά, στην συχνότητα τερματισμού του καθορισμένου ζεύγους σημαδιών τύπου band, στην ορισμένη X θέση πάνω στο ίχνος.

Η εντολή **:CALCulate:MARKer:MODE BAND** χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε σημάδια απόστασης/span.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα θέση X της συχνότητας τερματισμού των καθορισμένων σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → <active marker> → Delta**

6.2.6.36 Marker X-Axis Readout

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:READout

FREQuency|TIME|ITIME|PERiod

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:READout?

Επιλέγει τις μονάδες μέτρησης για τον x-άξονα του σημαδιού. Οι διαθέσιμες μονάδες είναι:

Frequency

Time

Inverse of Time

Period

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Marker → Readout → Frequency

Marker → Readout → Time

Marker → Readout → Inverse Time

Marker → Readout → Period

6.2.6.37 Span Markers Span X Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:SPAN <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:SPAN?

Αλλάζει την απόσταση/span συχνότητας, του καθορισμένου ζεύγους σημαδιών τύπου απόστασης/span, ώστε να μετακινηθούν τα σημάδια σε επιθυμητές X θέσεις πάνω στο ίχνος.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα X θέση απόστασης/span συχνότητας των καθορισμένων σημαδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker → <active marker> → Span Pair**

6.2.6.38 Delta Pair Markers Start Frequency X Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:STARt <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:START?

Τοποθετεί την αρχική συχνότητα(συχνότητα αναφοράς) του καθορισμένου ζεύγους σημάδιών τύπου band, στην ορισμένη X θέση πάνω στο ίχνος.

Η εντολή **:CALCulate:MARKer:MODE BAND** χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε σημάδια απόστασης/span.

Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα θέση X της αρχικής συχνότητας (συχνότητα αναφοράς) των καθορισμένων σημάδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker** → **<active marker>** → **Delta Pair**

6.2.6.39 Delta Pair Markers Stop Frequency X Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:STOP <param>

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:X:STOP?

Τοποθετεί την συχνότητα τερματισμού του καθορισμένου ζεύγους σημάδιών τύπου band, στην ορισμένη X θέση πάνω στο ίχνος. Η εντολή **:CALCulate:MARKer:MODE BAND** χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε σημάδια απόστασης/span. Το ερώτημα επιστρέφει την τρέχουσα θέση X της συχνότητας τερματισμού των καθορισμένων σημάδιών.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Marker** → **<active marker>** → **Delta Pair**

6.2.6.40 Marker Read Y Value

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4:Y?

Διαβάζει την τρέχουσα Y-τιμή για καθορισμένο σημάδι ή δέλτα πάνω στο ορισμένο ίχνος. Η τιμή έχει μονάδα μέτρησης ίδια με αυτή του Y-άξονα για το τρέχον ίχνος (συνήθως είναι dBm).

Προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης: Συμπίπτει με την μονάδα μέτρησης του ίχνους του οποίου είναι τοποθετημένο το σημάδι.

6.2.7 CALCulate:NTData Subsection (Σύνολο εντολών τύπου NTData)

6.2.7.1 Normalize the Trace Data (Κανονικοποίηση των δεδομένων του ίχνους)

:CALCulate:NTData[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALCulate:NTData[:STATe]?

Μια σάρωση του ίχνους(trace) των δεδομένων αντιγράφεται στο ίχνος 3, το οποίο χρησιμοποιείτε σαν ίχνος αναφοράς. Έπειτα για όλες τις επακόλουθες σαρώσεις ίχνους, το απεικονιζόμενο ίχνος 1 = με τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν στο ίχνος 1 – δεδομένα στο ίχνος 3.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

View/Trace → **Normalize** → **Normalize On Off**

6.2.8 CALibration Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου καλιμπραρίσματος)

Αυτές οι εντολές ελέγχουν τις λειτουργίες αυτο-ευθυγράμμισης και αυτοδιάγνωσης.

6.2.8.1 Align All Instrument Assemblies

:CALibration[:ALL]

:CALibration[:ALL]?

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Κάνει μια ευθυγράμμιση όλων των επί μέρους συστατικών του αναλυτή, εκτός του tracking generator, αν είναι εγκατεστημένος (όχι μοντέλα E4401B ή E4411B).

Το ερώτημα κάνει μια πλήρη ευθυγράμμιση και επιστρέφει ένα αριθμό που υποδεικνύει την επιτυχία της ευθυγράμμισης. 0 επιστρέφεται αν η ευθυγράμμιση ήταν επιτυχημένη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Alignments→ Align Now →All**

6.2.8.2 Set Auto Align Mode All or Not RF

:CALibration:AUTO:MODE ALL|NRF

:CALibration:AUTO:MODE?

Αυτή ή εντολή καθορίζει αν συμπεριληφθεί η όχι ή RF ευθυγράμμιση σαν μέρος της ρουτίνας αυτόματης ευθυγράμμισης. Με το να αποτρέψουμε την αυτόματη RF ευθυγράμμιση εμποδίζουμε τις αλλαγές στην αντίσταση εισόδου (input impedance) ανάμεσα στις σαρώσεις (sweeps), οι οποίες θα επιφέρουν αστάθεια στην συσκευή εισόδου.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

System→Alignments→ Auto Align →All

System→Alignments→ Auto Align →All but RF

6.2.8.3 Automatic Alignment

:CALibration:AUTO OFF|ON|0|1

:CALibration:AUTO?

Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την λειτουργία αυτόματης ευθυγράμμισης. Αυτό τρέχει συνεχόμενα, στην ολοκλήρωση/τελείωμα κάθε σάρωσης (sweep).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

System→Alignments→ Auto Align →All

System→Alignments→ Auto Align →All but RF

System→Alignments→ Auto Align →Off

6.2.8.4 Return to the Default Alignment Data

:CALibration:DATA:DEFault

Αρχικοποιεί τα δεδομένα ευθυγράμμισης στις εργοστασιακές ρυθμίσεις.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Alignments→ Load Defaults**

6.2.8.5 Align FM Demodulation

:CALibration:FMDemod

:CALibration:FMDemod?

Εκτελεί μια ευθυγράμμιση τις πλακέτας αποδιαμόρφωσης FM αν είναι εγκατεστημένο το υποσύστημα BAA (αποδιαμόρφωση FM) ή υποσύστημα 106 (Bluetooth).

Το ερώτημα κάνει την ευθυγράμμιση και επιστρέφει 0 αν η ευθυγράμμιση ήταν επιτυχής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Align Now→ FM Demod**

6.2.8.6 Query the Internal or External Frequency Reference

:CALibration:FREQuency:REFeRence?

Η εντολή αυτή έχει μορφή ερωτήματος μόνο. Επιστρέφει την θέση που παράγεται η συχνότητα αναφοράς του οργάνου.

Εύρος: INT ή EXT

6.2.8.7 Coarse Adjust the Frequency Reference

:CALibration:FREQuency:REFerence:COARse <setting>

:CALibration:FREQuency:REFerence:COARse?

Κάνει μια γρήγορη και “χοντροειδή” ρύθμιση του εσωτερικού ταλαντωτή αναφοράς 10MHz του αναλυτή. Η εντολή :CALibration:ALL είναι αναγκαία μετά την νέα ρύθμιση.

Εύρος : Ακέραιος από 0 έως 255

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Alignments→ Time Base → Coarse**

6.2.8.8 Fine Adjust the Frequency Reference

:CALibration:FREQuency:REFerence:FINE <setting>

:CALibration:FREQuency:REFerence:FINE?

Κάνει μια λεπτομερή-ρύθμιση ακριβείας του εσωτερικού ταλαντωτή αναφοράς 10MHz του αναλυτή. Η εντολή :CALibration:ALL είναι αναγκαία μετά την νέα ρύθμιση.

Εύρος : Ακέραιος από 0 έως 255

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Alignments→ Time Base → Fine**

6.2.8.9 Select the Frequency Corrections

:CALibration:FREQuency[:STATe] OFF|ON|0|1

:CALibration:FREQuency[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τις διορθώσεις συχνότητας.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

System→Alignments→ Freq Correct On Off

6.2.8.10 Align the RF Circuitry

:CALibration:RF

:CALibration:RF?

Κάνει μια ευθυγράμμιση του RF υποσυστήματος.

Το ερώτημα κάνει την ευθυγράμμιση και επιστρέφει 0 αν η ευθυγράμμιση ήταν επιτυχής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System→Alignments→ Align Now → RF**

6.2.8.11 Select the Source State for Calibration

:CALibration:SOURce:STATe OFF|ON|0|1

:CALibration:SOURce:STATe?

Ελέγχει την κατάσταση του σήματος ευθυγράμμισης 50 MHz.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι

Για τους αναλυτές Agilent ESA E4401B, E4411B:

Input/Output→Amptd Ref(f=50MHz) On Off

Για τους όλους τους άλλους Agilent:

Input/Output→Amptd Ref Out(f=50MHz) On Off

6.2.8.12 Calibrate the Tracking Generator

:CALibration:TG

:CALibration:TG?

Εκτελεί μια ευθυγράμμιση του υποσυστήματος γεννήτριας ίχνους (tracking generator)

Το ερώτημα κάνει την ευθυγράμμιση και επιστρέφει 0 αν η ευθυγράμμιση ήταν επιτυχής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System**→**Alignments**→ **Align Now** → **TG**

6.2.9 CONFigure Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου παραμετροποίησης)

6.2.9.1 Configure the Basic Spectrum Analyzer State

:CONFigure:SANalyzer

Αυτή η εντολή τερματίζει την τρέχουσα μέτρηση, και θέτει τον αναλυτή σε βασική κατάσταση ανάλυσης φάσματος.

6.2.10 COUPlE Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου συνδυασμού)

Κάποιες ρυθμίσεις μετρήσεων αυτόματα συνδυάζονται μαζί για να βελτιστοποιήσουν ταχύτητα και ακρίβεια. Αυτές οι εντολές ελέγχουν αυτόν τον συνδυασμό.

6.2.10.1 COUPlE the Function to Other Settings

:COUPlE ALL|NONE

:COUPlE?

Το όργανο μπορεί να συνδυάσει αυτόματα ρυθμίσεις μετρήσεων μαζί για να βελτιστοποιήσουν ακρίβεια και δυναμική περιοχή. Η παραπάνω εντολή χρησιμοποιείται για να παρακάμψει αυτή την λειτουργία για συγκεκριμένες ανάγκες μετρήσεων.

COUPlE NONE βάζει αυτές τις λειτουργίες σε “χειροκίνητο”/manual mode.

COUPlE ALL βάζει τις λειτουργίες σε αυτόματο συνδυασμό, επιπρόσθετα βάζει σε λειτουργία couple all το sweep coupling. Η παρακάτω λίστα λειτουργιών του αναλυτή, μπορεί να συνδυαστεί αυτόματα για καλύτερα αποτελέσματα.

Resolution bandwidth

Span

Average type (Firmware revision A.08.00 or greater)

Marker functions

Detector (Firmware revision A.08.00 or greater)

Marker functions

Average On Off

Average type

Attenuation

Reference level

External amplifier gain

Preamplifier

Center frequency step

Span (in swept spans)

Resolution bandwidth (in zero spans)

Video bandwidth

Resolution bandwidth

Tracking Generator

Sweep coupling mode (SR/SA)

VBW/RBW ratio (Firmware revision A.08.00 or greater)
Sweep time
Span
Video bandwidth
Resolution bandwidth
Sweep points
Phase noise optimization
Phase Noise Optimization (Firmware revision A.08.00 or greater)
Span

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Auto Couple → Auto All**

6.2.11 DISPlay Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου απεικόνισης)

Το σύνολο εντολών απεικόνισης, ελέγχει την επιλογή και παρουσίαση γραφικής πληροφορίας κειμένου και ίχνους. Η πληροφορία στην οθόνη, μπορεί να χωριστεί και να παρουσιαστεί σε ξεχωριστά παράθυρα.

6.2.11.1 Active Function Position

:DISPlay:AFUNction:POSition BOTTom|CENTer|TOP

:DISPlay:AFUNction:POSition?

Αλλάζει την θέση του ενεργού μπλοκ λειτουργίας(function block).

Εύρος: Πάνω, Κέντρο ή Κάτω

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display**

6.2.11.2 Display Viewing Angle

:DISPlay:ANGLe <integer>

:DISPlay:ANGLe?

Αλλάζει την γωνία θέασης της οθόνης για απεικόνιση σε διαφορετικά περιβάλλοντα.

Εύρος: Ακέραιος, 1 έως 7

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Viewing angle keys**

6.2.11.3 Date and Time Display Format

:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat MDY|DMY

:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat?

Επιτρέπει την αλλαγή του τρόπου παρουσίασης της ρολογιού πραγματικού χρόνου. Για να αλλάξουμε την ημερομηνία/ώρα χρησιμοποιούμε την SYSTem:DATE <year>, <month>, <day>.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System → Time/Date → Date Format MDY DMY**

6.2.11.4 Date and Time Display

:DISPlay:ANNotation:CLOCK[:STATe] OFF|ON|0|1

:DISPlay:ANNotation:CLOCK[:STATe]?

Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την εμφάνιση ώρας και ημερομηνίας στην οθόνη του αναλυτή φάσματος.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System → Time/Date → Time/Date On Off**

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

6.2.11.5 Display Annotation Title Data

:DISPlay:ANNotation:TITLe:DATA <string>

:DISPlay:ANNotation:TITLe:DATA?

Εισάγει κείμενο που εμφανίζεται στην περιοχή τίτλου του χρήστη στην οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display → Title

Display → Title → Change Title

Display → Title → Clear Title

6.2.11.6 Turn the Entire Display On/Off

:DISPlay:ENABle OFF|ON|0|1

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την οθόνη.

6.2.11.7 Turn the Full Screen Display On/Off

:DISPlay:MENU:STATe OFF|ON|0|1

:DISPlay:MENU:STATe?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την απεικόνιση σε πλήρη οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **System → System**

6.2.11.8 Window Annotation

:DISPlay:WINDow:ANNotation[:ALL] OFF|ON|0|1

:DISPlay:WINDow:ANNotation[:ALL]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τις “σημειώσεις” σε όλα τα παράθυρα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display → Title → Preferences → Annotation On Off

6.2.11.9 Trace Graticule Display

:DISPlay:WINDow:TRACe:GRATicule:GRID[:STATe] OFF|ON|0|1

:DISPlay:WINDow:TRACe:GRATicule:GRID[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τα τετραγωνίδια στην οθόνη.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Display → Preferences → Graticule On Off

6.2.11.10 Trace X-Axis Scale Offset

:DISPlay:WINDow:TRACe:X[:SCALe]:OFFSet <freq>

:DISPlay:WINDow:TRACe:X[:SCALe]:OFFSet?

Καθορίζει το όφσετ συχνότητας για όλες τις ενδείξεις συχνότητας όπως την κεντρική συχνότητα. Εύρος: -500THz έως 500THz. Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **FREQUENCY/Channel → Freq Offset**

6.2.11.11 Display Line Amplitude

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe <ampl>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe?

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Καθορίζει το επίπεδο της εμφανιζόμενης γραμμής, στις μονάδες μέτρησης του ενεργού πλάτους αν δεν καθορίζονται κάποιες μονάδες.

Εύρος: 10 υποδιαίρεσεις στην οθόνη κάτω από το επίπεδο αναφοράς μέχρι το επίπεδο αναφοράς

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Τρέχουσες ενεργές μονάδες μέτρησης

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display** → **Display Line On Off**

6.2.11.12 Display Line On/Off

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe OFF|ON|0|1

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την γραμμή οθόνης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Display** → **Display Line On Off**

6.2.11.13 IF Gain Auto/Reference Level Auto Ranging

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:LOG:RANGe:AUTO OFF|ON|0|1

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:LOG:RANGe:AUTO?

Αυτή η εντολή ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την λειτουργία αυτόματης εύρεσης εμβέλειας (range). Η απενεργοποίηση αυτής της λειτουργίας έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ταχύτητα πραγματοποίησης μέτρησης σε στενό εύρος ζώνης συχνότητας-RBW (resolution bandwidth).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

AMPLITUDE/Y Scale → **If Gain Auto Fixed**

6.2.11.14 Normalized Reference Level

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel <rel_ampl>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel?

Θέτει το κανονικοποιημένο επίπεδο αναφοράς.

Εύρος: -327.6 έως 327.6 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Τρέχουσα ενεργή μονάδα μέτρησης

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **View/Trace** → **Normalize** → **Norm Ref Lvl**

6.2.11.15 Normalized Reference Level Position

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRPosition <integer>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRPosition?

Επιλέγει την θέση του κανονικοποιημένου επιπέδου αναφοράς. Η πάνω και κάτω γραμμές των τετραγωνιδίων αντιστοιχούν σε 10 και 0, αντίστοιχα.

Εύρος: ακέραιος

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

View/Trace → **Normalize** → **Norm Ref Posn**

6.2.11.16 Trace Y-Axis Amplitude Scaling

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision <rel_ampl>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision?

Ορίζει την διαβάθμιση οθόνης προ-διαίρεσης για τον Y-άξονα όταν οι μονάδες μέτρησης του y-άξονα είναι ρυθμισμένες σε μονάδες πλάτους.

Εύρος: 0.1 έως 20.0 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale→Scale/Div**

6.2.11.17 Trace Y-Axis Frequency Scaling

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision:FREQuency <freq>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision:FREQuency?

Ορίζει την διαβάθμιση οθόνης προ-διαίρεσης για τον Y-άξονα όταν οι μονάδες μέτρησης του y-άξονα είναι ρυθμισμένες σε μονάδες συχνότητας.

Εύρος: 1kHz έως 240 kHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale→Scale/Div**

6.2.11.18 Trace Y-Axis Reference Level

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel <ampl>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel?

Ορίζει την τιμή του πλάτους του επιπέδου αναφοράς για τον y-άξονα.

Εύρος: With zero reference level offset:

ESA E4401B, E4411B: -149.9 to 50 dBm

ESA E4402B, E4403B: -149.9 to 55 dBm

ESA E4404B: -149.9 to 55 dBm

ESA E4405B: -149.9 to 55 dBm

ESA E4407B, E4408B: -149.9 to 55 dBm

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Τρέχουσα ενεργή μονάδα μέτρησης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE Y Scale→Ref Level**

6.2.11.19 Trace Y-Axis Reference Level Offset

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel:OFFSet <rel_ampl>

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel:OFFSet?

Ορίζει το όφσετ του πλάτους του επιπέδου αναφοράς για τον y-άξονα.

Εύρος: -327.6 έως 327.6 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE Y Scale→Ref Level Offset**

6.2.11.20 Vertical Axis Scaling

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:SPACing LINear|LOGarithmic

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:SPACing?

Ορίζει τις κάθετες υποδιαίρεσεις τετραγωνιδίων σαν λογαριθμικές ή γραμμικές μονάδες μέτρησης. Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

AMPLITUDE/Y Scale→Scale Type Log Lin

6.2.12 FORMat Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου φορμά)

Το υποσύστημα εντολών τύπου φορμά θέτει ένα φορμά δεδομένων για την μεταφορά αριθμητικής πληροφορίας και πινάκων. Οι εντολές **TRACe[:DATA]** και **TRACe[:DATA]?** Επηρεάζονται από το σύνολο εντολών τύπου φορμά.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

6.2.12.1 Byte Order

:FORMAt:BORDER NORMAl|SWAPped

:FORMAt:BORDER?

Αυτή η εντολή επιλέγει τη δυαδική σειρά δεδομένων για μεταφορά δεδομένων. Ελέγχει αν τα δυαδικά δεδομένα θα μεταφερθούν με normal ή swapped τρόπο.

6.2.12.2 Numeric Data format

:FORMAt[:TRACe][[:DATA]ASCii|INTeger,32|REAL,32|

REAL,64|UINTEger,16

:FORMAt[:TRACe][[:DATA]?

Αυτή η εντολή αλλάζει το φορμά των δεδομένων ίχνους(trace data) εισόδου και εξόδου.

6.2.13 HCOPY Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου HCOPY)

Το υποσύστημα εντολών τύπου HCOPY ελέγχει τις λειτουργίες σχεδιασμού και εκτύπωσης σε εξωτερική συσκευή.

6.2.13.1 Abort the Print

:HCOPY:ABORt

Ακυρώνει την τρέχουσα εκτύπωση αποτελεσμάτων.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **ESC (κατά την διάρκεια τις εκτύπωσης)**

6.2.13.2 Printer Type

:HCOPY:DEVice:TYPE AUTO|CUSTOm|NONE

:HCOPY:DEVice:TYPE?

Επιλέγει τον τύπο του εκτυπωτή.

AUTO – Ο αναλυτής στέλνει ερώτημα στον εκτυπωτή για να καθορίσει τον τύπο του εκτυπωτή και αυτόματα ρυθμίζει τον εαυτό του για αυτόν τον εκτυπωτή.

CUSTOm – Επιτρέπει να επιλέξουμε έναν προσαρμοσμένο δικό μας εκτυπωτή αν ο εκτυπωτής δεν μπορεί να ανιχνευτεί αυτόματα.

NONE – Επιλέγουμε σαν συσκευή εξόδου όχι εκτυπωτή

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Print Setup → Printer Type**

6.2.13.3 Color Hard Copy

:HCOPY:IMAGe:COLor[:STATe] OFF|ON|0|1

:HCOPY:IMAGe:COLor[:STATe]?

Επιλέγει ανάμεσα σε έγχρωμη ή μονόχρωμη λειτουργία για έξοδο.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Print Setup → Color On Off**

6.2.13.4 Print a Hard Copy

:HCOPY[:IMMediate]

Ολόκληρη η οθόνη εξάγεται στην παράλληλη πόρτα.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Print Setup → Print Form Feed the Print Item

:HCOPY:ITEM:FFeed[:IMMEDIATE]

Στέλνει στον εκτυπωτή εντολή να “προχωρήσει” χαρτί

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Print Setup → Eject Page**

6.2.13.5 Page Orientation

:HCOPY:PAGE:ORIENTATION LANDscape|PORTRAIT

:HCOPY:PAGE:ORIENTATION?

Καθορίζει τον προσανατολισμό της εκτύπωσης.Landscape/Portrait

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Print Setup → Orientation → Landscape

Print Setup → Orientation → Portrait

6.2.13.6 Number of Items Printed on a Page

:HCOPY:PAGE:PRINTS <integer>

:HCOPY:PAGE:PRINTS?

Ρυθμίζει τον πλήθος των στοιχείων οθονών που θα χωρέσουν σε ένα χαρτί, πριν σταλεί εντολή form feed. Εύρος: Ακέραιος, 1 ή 2

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Print Setup → Prints/Page 1 2**

6.2.13.7 Printed Page Size

:HCOPY:PAGE:SIZE A|B|A3|A4|LETTER|LEGAL|EXECUTIVE|LEDGER

:HCOPY:PAGE:SIZE?

Επιλέγει είδος και μέγεθος χαρτιού.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Print Setup → Page Size**

6.2.14 INITiate Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου Εκκίνησης)

Το σύνολο εντολών INITiate χρησιμοποιείται για να ελέγξει την εκκίνηση του trigger.

6.2.15 Continuous or Single Measurements

:INITiate:CONTInuous OFF|ON|0|1

:INITiate:CONTInuous?

Επιλέγει εάν το σύστημα trigger θα εκκινάται αδιάκοπα ή όχι.

Αυτή η εντολή επηρεάζει την σάρωση/sweep αν δεν γίνεται μέτρηση, και επηρεάζει το trigger όταν γίνεται μέτρηση.

Αν δεν γίνεται μέτρηση η εντολή κάνει τα ακόλουθα:

- Σε κατάσταση ON στην ολοκλήρωση κάθε κύκλου σάρωσης (sweep cycle), το σύστημα σάρωσης εκκινά άμεσα ένα άλλο κύκλο σάρωσης.
- Σε κατάσταση OFF, το σύστημα σάρωσης μένει σε κατάσταση αδράνειας (idle) μέχρι η CONTInuous να τεθεί σε κατάσταση ON ή να ληφθεί μια εντολή **:INITiate[:IMMEDIATE]**. Την στιγμή που θα δεχτεί την εντολή **INITiate[:IMMEDIATE]**, θα κάνει ένα μοναδικό κύκλο σάρωσης, και θα επιστρέψει σε κατάσταση αδράνειας.

Αν γίνεται μέτρηση, η εντολή κάνει τα ακόλουθα:

- Σε κατάσταση ON στην ολοκλήρωση κάθε κύκλου trigger, το σύστημα trigger εκκινά άμεσα ένα άλλο κύκλο trigger.
- Σε κατάσταση OFF, το σύστημα trigger μένει σε κατάσταση αδράνειας (idle) μέχρι η CONTinuous να τεθεί σε κατάσταση ON ή να ληφθεί μια εντολή **:INITiate[:IMMediate]**. Την στιγμή που θα δεχτεί την εντολή **INITiate[:IMMediate]**, θα κάνει ένα μοναδικό κύκλο trigger, και θα επιστρέψει σε κατάσταση αδράνειας.
- Το ερώτημα επιστρέφει 1 ή 0 στην προσωρινή μνήμη εξόδου (output buffer). 1 επιστρέφεται όταν βρισκόμαστε σε κατάσταση συνεχόμενων μετρήσεων. 0 επιστρέφεται όταν έχουμε μόνο μια μέτρηση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep→ **Sweep Cont Single**

Single

Meas Control→ **Measure Cont Single**

6.2.15.1 Take New Data Acquisitions

:INITiate[:IMMediate]

Αυτή η εντολή ξεκινά μια σάρωση (sweep) αν δεν γίνεται μέτρηση. Αν γίνεται μέτρηση, κάνει trigger στην μέτρηση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep→ **Sweep Cont Single**

Single

Meas Control→ **Measure Cont Single**

6.2.15.2 Pause the Measurement

:INITiate:PAUSE

Αυτή η εντολή εφαρμόζεται σε μετρήσεις που βρίσκονται κάτω από μενού MEASURE. Χρησιμοποιείται για να κάνει παύση σε τρέχουσες μετρήσεις αλλάζοντας την τρέχουσα κατάσταση της μέτρησης από “wait for trigger” σε “pause” κατάσταση. Αν η μέτρηση δεν είναι σε κατάσταση “wait for trigger” την στιγμή της εντολής, η αλλαγή σε κατάσταση “pause” θα γίνει την επόμενη φορά που κατάσταση εισάγεται σαν μέρος του κύκλου trigger. Όταν βρίσκεται σε κατάσταση pause, ο αναλυτής σταματάει την διαδικασία auto-align. Αν ο αναλυτής βρίσκεται σε κατάσταση παύσης για μεγάλο χρονικό διάστημα, η ακρίβεια της μέτρησης μπορεί να φθίνει.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Meas Control**→ **Pause**

6.2.15.3 Restart the Measurement

:INITiate:REStart

Αυτή η εντολή εφαρμόζεται σε μετρήσεις που βρίσκονται κάτω από μενού MEASURE. Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να επανεκκινήσει την τρέχουσα μέτρηση που βρίσκεται σε κατάσταση “idle”, ανεξάρτητα της κατάστασης της λειτουργίας.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Restart

Meas Control→ **Restart**

6.2.15.4 Resume the Measurement

:INITiate:RESume

Αυτή η εντολή εφαρμόζεται σε μετρήσεις που βρίσκονται κάτω από μενού MEASURE. Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται για να επανακτήσει την τρέχουσα μέτρηση αλλάζοντας την τρέχουσα κατάσταση της μέτρησης από “paused” σε “wait for trigger”.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Meas Control → Resume**

6.2.16 INPUT Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου Εισόδου)

Το σύνολο εντολών τύπου εισόδου ελέγχει τα χαρακτηριστικά από τις πόρτες εισόδου του αναλυτή.

6.2.16.1 Input Port Coupling

:INPut:COUPling AC|DC

:INPut:COUPling?

Επιλέγει ac(εναλλασσόμενο) ή dc(συνεχές) ζεύξη για την πόρτα εισόδου στο μπροστινό πάνελ του αναλυτή. Ένας τερματικός πυκνωτής (blocking capacitor) χρησιμοποιείται για την ac λειτουργία.

Selecting Input Coupling			
Model Number	AC Range	Frequency	DC Frequency Range
E4402B with Option UKB	100 kHz to 3 GHz		100 Hz to 3 GHz
E4404B	100 kHz to 6.7 GHz		9 kHz to 6.7 GHz
E4404B with Option UKB	100 kHz to 6.7 GHz		100 Hz to 6.7 GHz
E4405B	100 kHz to 13.2 GHz		9 kHz to 13.2 GHz
E4405B with Option UKB	100 kHz to 13.2 GHz		100 Hz to 13.2 GHz
E4407B with Option UKB	10 MHz to 26.5 GHz		100 Hz to 26.5 GHz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Input/Output → Coupling AC DC**

6.2.16.2 Select Internal or External Mixer

:INPut:MIXer INTernal|EXTernal

:INPut:MIXer?

Αυτή η εντολή επιλέγει εσωτερικό ή εξωτερικό μίκτη εισόδου.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Input/Output → Input Mixer Int Ext**

6.2.16.3 Select Mixer Type

:INPut:MIXer:TYPE PRESelected|UNPReselect

:INPut:MIXer:TYPE?

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Αυτή η εντολή επιλέγει τον τύπο του μίκτη που θα χρησιμοποιηθεί, και είναι διαθέσιμη μόνο με εξωτερικό μίκτη εισόδου.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Input Mixer → Mixer Config → Mixer Type Presel Unpre

6.2.16.4 Clear the Input Overload

:INPut:PROTection:CLEar

Κάνει reset στο κύκλωμα προστασίας υπερφόρτωσης για την πόρτα σύνδεσης εισόδου.

6.2.17 INSTRument Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου οργάνου)

Αυτό το σύνολο περιέχει εντολές για να στέλνει ερωτήματα και να επιλέγει λειτουργίες μέτρησης του οργάνου.

6.2.17.1 Select Application

:INSTrument[:SElect] “SA”|(application specific mode)

:INSTrument[:SElect]?

Επιλέγει την εφαρμογή μέτρησης επιλέγοντας μια αριθμητική τιμή. Το πραγματικό πλήθος διαθέσιμων επιλογών εξαρτώνται από τις εφαρμογές που είναι εγκατεστημένες στο όργανο.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Mode**

6.2.18 MMEMory Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου μνήμης)

Σκοπός του υποσυστήματος MMEMory είναι να παρέχει πρόσβαση σε συσκευές αποθήκευσης όπως εσωτερικούς ή εξωτερικούς δίσκους.

Οι αναλυτές Agilent ESA χρησιμοποιούν δύο τύπους συσκευών αποθήκευσης.

- Δισκέτες 3.5 ιντσών, 1.44MB, ορίζετε σαν “A:”
- Μέρος της μνήμης flash , ορίζεται σαν “C:”

Η σύνταξη του όρου <file_name> έχει την μορφή: drive:\directory\name.ext , όπου οι παρακάτω νόμοι ισχύουν:

- “drive” είναι “A:” ή “C:”
- “\directory\” είναι το όνομα της διαδρομής (path)
- “name” είναι ένα όνομα αρχείου DOS μέχρι 8 χαρακτήρων, αλφαριθμητικών (A-Z,a-z,0-9) μόνο
- “ext” είναι μια προαιρετική κατάληξη αρχείου που υπόκειται στους παραπάνω αλφαριθμητικούς κανόνες, αλλά τριών χαρακτήρων συνολικά.

6.2.18.1 Catalog the Selected Memory Location

:MMEMory:CATalog? <drive>

Καταρτίζει μια λίστα με όλα τα αρχεία σε μια καθορισμένη μονάδα αποθήκευσης. Τα δεδομένα θα έχουν την μορφή: <mem_used>,<mem_free>,<file_listing>

Κάθε <file_listing> δίνει το όνομα, και το μέγεθος ενός αρχείου στον κατάλογο list: <file_name>,<file_size>

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Παράδειγμα: **Catalog drive C:** , όπου είναι στην μνήμη:
:MMEMory:CATalog? "C:"
Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File**

6.2.18.2 Copy a File

:MMEMory:COPY <file_name1>,<file_name2>

Για να αντιγράψουμε ένα αρχείο, το όνομα αρχείου της πηγής είναι <file_name1> και του προορισμού είναι <file_name2>

Παράδειγμα: **:MMEM:COPY "C:oldname.sta", "A:\newname.sta"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Copy**

6.2.18.3 Move Data to File

:MMEMory:DATA <file_name>,<definite_length_block>

:MMEMory:DATA? <file_name>

Φορτώνει <definite_length_block> στην θέση μνήμης <file_name>.

Το ερώτημα επιστρέφει τα περιεχόμενα του <file_name> στο φορμά ενός μπλοκ definite length. Αυτή η εντολή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιγράψουμε αρχεία από τον αναλυτή στο remote bus.

Παράδειγμα: Φόρτωσε "abcd" στο C:source.txt

:MEM:DATA "C:source.txt", "#14abcd"

6.2.18.4 Delete a File

:MMEMory:DELeTe <file_name>

Σβήνει ένα αρχείο.

Παράδειγμα: **:MMEM:DEL "C:source.txt"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Delete**

6.2.18.5 Load a Corrections Table from a File

:MMEMory:LOAD:CORRection

ANTenna|CABLe|OTHer|USER,<file_name>

Φορτώνει τα δεδομένα σε ένα αρχείο <file_name> σε συγκεκριμένο σύνολο διορθώσεων (correction set).

Παράδειγμα: **:MMEM:LOAD:CORR ANT, "A:TEST5.CBL"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Load → Type → Corrections**

6.2.18.6 Load a Limit Line from Memory to the Instrument

:MMEMory:LOAD:LIMit LLINE1|LLINE2,<file_name>

Φορτώνει μια οριογραμμή, από συγκεκριμένο αρχείο σε συσκευή αποθήκευσης στο όργανο.

Φορτώνοντας μια οριογραμμή χρόνου σβήνει γραμμές ορίου τύπου συχνότητας. Παρομοίως, φορτώνοντας γραμμές ορίου τύπου συχνότητας σβήνει οριογραμμές χρόνου.

Παράδειγμα: **:MMEM:LOAD:LIM LLINE2,"C:mylimit.lim"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Load → Type → Limits**

6.2.18.7 Load an Instrument State from a File

:MMEMory:LOAD:STATe 1,<file_name>

Τα περιεχόμενα ενός αρχείου τύπου κατάστασης οργάνου φορτώνονται για τρέχουσα κατάσταση οργάνου.

Παράδειγμα: **:MMEM:LOAD:STAT 1,“C:mystate.sta”**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Load → Type → State**

6.2.18.8 Load a Trace From a File to the Instrument

:MMEMory:LOAD:TRACe <file_name>

Τα περιεχόμενα του αρχείου φορτώνονται στο TRACE1. Το όνομα αρχείου πρέπει να έχει κατάληξη :trc ή :csv. Η κατάληξη :csv είναι για αρχεία trace χρησιμοποιώντας την μορφή CSV(τιμές χωρισμένες με κόμματα). Η κατάληξη :trc είναι για αρχεία που περιέχουν δεδομένα trace και state.

Παράδειγμα: **:MMEM:LOAD:TRAC “C:mytrace.trc”**

6.2.18.9 Make a Directory

:MMEMory:MDIRECTory <dir_path>

όπου “path” είναι “A:\” ή “C:\”

Δημιουργεί ένα κατάλογο στο συγκεκριμένο path.

Παράδειγμα: Δημιούργησε ένα κατάλογο στο C:\, όπου το C:\ είναι η μνήμη flash του οργάνου: **MMEM:MDIRECTory “C:”**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Create Dir**

6.2.18.10 Delete a Directory

:MMEMory:RDIRECTory <dir_name>

Σβήνει το καθορισμένο κατάλογο και όλους τους υποκαταλόγους του.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Delete**

6.2.18.11 Store a Corrections Table to a File

:MMEMory:STORe:CORRection

ANTenna|CABLe|OTHer|USER,<file_name>

Αποθηκεύει το ορισμένο σύνολο διορθώσεων σε αρχείο με όνομα <file_name>.

Παράδειγμα: **:MMEM:STOR:CORR ANT, “A:TEST1.ANT”**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Save → Type → Corrections**

6.2.18.12 Store a Limit Line in a File

:MMEMory:STORe:LIMit LLINE1|LLINE2,<file_name>

Αποθηκεύει το ορισμένο όριο γραμμής σε ορισμένο αρχείο στην μνήμη.

Παράδειγμα: **:MMEM:STOR:LIM LLINE2,“C:mylimit.lim”**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Save → Type → Limits**

6.2.18.13 Store Measurement Results in a File

:MMEMory:STORe:RESults <file_name>

Σώνει τα αποτελέσματα της τρέχουσας μέτρησης σε αρχείο με CSV μορφοποίηση(τιμές χωρισμένες με κόμματα).

Παράδειγμα: **:MMEM:STOR:RES “A:ACP.CSV”**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

File → Save → Type → Measurement Results

6.2.18.14 .Store a Screen Image in a Graphic File

:MMEMory:STORe:SCReem <file_name>

Σώνει την τρέχουσα απεικονιζόμενη εικόνα της οθόνης, σαν γραφικό αρχείο, σε ορισμένο αρχείο στην μνήμη. Το αρχείο πρέπει να έχει κατάληξη :gif ή :wmf. Η κατάληξη καθορίζει τι μορμά θα χρησιμοποιήσει το όργανο για να σώσει το αρχείο.

Παράδειγμα: **: :MMEM:STOR:SCR "C:myscreen.gif"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Save → Type → Screen**

6.2.18.15 Store an Instrument State in a File

:MMEMory:STORe:STATe 1,<file_name>

Αποθηκεύει την κατάσταση του οργάνου σε αρχείο στην μνήμη.

Παράδειγμα: **: :MMEM:STOR:STAT 1,"C:mystate.sta"**

6.2.18.16 Store a Trace in a File

:MMEMory:STORe:TRACe <label>,<file_name>

Αποθηκεύει το ορισμένο ίχνος(trace) σε αρχείο στην μνήμη. Το όνομα αρχείου πρέπει να έχει κατάληξη :trc ή :csv. Η κατάληξη :csv είναι για αρχεία trace χρησιμοποιώντας την μορφή CSV(τιμές χωρισμένες με κόμματα). Η κατάληξη :trc είναι για αρχεία που περιέχουν δεδομένα trace και state

Παράδειγμα: **: :MMEM:STOR:TRAC TRACE3,"C:mytrace.trc"**

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **File → Save → Type → Trace**

6.2.19 OUTPut Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου εξόδου)

Το υποσύστημα OUTPut ελέγχει τα χαρακτηριστικά της πόρτας εξόδου του tracking generator.

6.2.19.1 Turn Output On/Off

:OUTPut[:STATe] OFF|ON|0|1

:OUTPut[:STATe]?

Ελέγχει την έξοδο του tracking generator.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Amplitude On Off**

6.2.20 SENSE Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου ευαισθησίας)

Ορίζει τις παραμέτρους ευαισθησίας (sense) του οργάνου έτσι ώστε να μετρήσουμε εύκολα το σήμα εισόδου.

6.2.21 [:SENSE]:AVERage Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου ευαισθησίας-Σύνολο Μετριοποίησης)

6.2.21.1 Clear the Current Average

[:SENSE]:AVERage:CLEar

Επανεκκινεί την λειτουργία “εξαγωγής μέσου όρου” του ίχνους (trace averaging).

6.2.21.2 Set the Average Count

[:SENSE]:AVERage:COUNT <integer>

[:SENSE]:AVERage:COUNT?

Ορίζει το πλήθος των μετρήσεων που συνδυάζονται.

Εύρος: από 1 έως 8192

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Average On Off**

6.2.21.3 Turn Averaging On/Off

[:SENSE]:AVERage[:STATe] OFF|ON|0|1

[:SENSE]:AVERage[:STATe]?

Αυτή η εντολή ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την λειτουργία “εξαγωγής μέσου όρου ” (averaging). Η λειτουργία averaging συνδυάζει τις τιμές επιτυχημένων μετρήσεων για να μετριοποιήσει τις διακυμάνσεις τις μέτρησης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Average On Off**

6.2.21.4 Turn Automatic Averaging On/Off

[:SENSE]:AVERage:TYPE:AUTO OFF|ON|0|1

[:SENSE]:AVERage:TYPE:AUTO?

Θέτει τη λειτουργία “μετριοποίησης” (averaging) να επιλέγεται αυτόματα ανάλογα με το τρέχον setup μέτρησης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Avg Type → Auto Man**

6.2.21.5 Type of Averaging for Measurements

[:SENSE]:AVERage:TYPE VIDEo|RMS

[:SENSE]:AVERage:TYPE?

Επιτυχημένες μετρήσεις δεδομένων, μπορούν να συνδυαστούν για να “μετριοποιήσουν” τις διακυμάνσεις της μέτρησης.

Το Video μετριοποιεί λογαριθμικά την στάθμη των δεδομένων video (τυπικές μονάδες μέτρησης είναι τα dBm).

Το RMS μετριοποιεί γραμμικά στάθμη των επιτυχών μετρήσεων (τυπικές μονάδες μέτρησης είναι τα watts).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Avg Type**

6.2.22 [:SENSE]:BANDwidth Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου εύρους ζώνης)

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

6.2.22.1 Resolution Bandwidth

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth[:RESolution] <freq>

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth[:RESolution]?

Ορίζει το RBW(ανάλυση εύρους ζώνης)

Παράδειγμα: **BAND 1 kHz**

Εύρος: από 1kHz έως 5 MHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Resolution BW Auto Man**

6.2.22.2 Resolution Bandwidth Automatic

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth[:RESolution]:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth[:RESolution]:AUTO?

Συνθέτει(λειτουργία couple) το RBW στην απόσταση συχνότητας(frequency span).

Παράδειγμα: **BWID:AUTO On**

6.2.22.3 Video Bandwidth

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo <freq>

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo?

Ορίζει το βίντεο-εύρος ζώνης.

Εύρος: από 1Hz έως 3 MHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Video BW Auto Man**

6.2.22.4 Video Bandwidth Automatic

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:AUTO?

Συνθέτει (λειτουργία couple) το βίντεο-εύρος ζώνης (VBW) στο RBW.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → Video BW Auto Man**

6.2.22.5 Video to Resolution Bandwidth Ratio

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio <number>

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio?

Ορίζει τον λόγο του βίντεο-εύρος ζώνης προς το RBW.

Εύρος: από 0.00001 έως 3.0ε6

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → VBW/RBW Ratio**

6.2.22.6 Video to Resolution Bandwidth Ratio Mode Select

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio:AUTO?

Επιλέγει αυτόματα η “χειροκίνητη” λειτουργία για τον λόγο του βίντεο-εύρος ζώνης προς το RBW

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **BW/Avg → VBW/RBW → Auto Man**

6.2.23 [QSENSe]QCORRection Subsection (Υπος;ynolo entol;vn t;ypoy dioru;vsevn)

6.2.23.1 Delete All Corrections

[[:SENSe]:CORRection:CSET:ALL:DELeTe

Αυτή η εντολή διαγράφει όλες τις τρέχουσες διορθώσεις.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corrections → Delete All Corrections

6.2.23.2 Perform Amplitude Correction

[[:SENSe]:CORRection:CSET:ALL[:STATe] OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:CORRection:CSET:ALL[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τις διορθώσεις πλάτους (amplitude corrections). Όταν γυρνάει σε κατάσταση “ON”, μόνο τα σετ διορθώσεων που ήταν ενεργοποιημένα ενεργοποιούνται. Σε κατάσταση “OFF”, όλα τα σετ διορθώσεων απενεργοποιούνται.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corrections → Antenna → Correction On Off

Amplitude/Y Scale → Corrections → Cable → Correction On Off

Amplitude/Y Scale → Corrections → Other → Correction On Off

Amplitude/Y Scale → Corrections → User → Correction On Off

6.2.23.3 Set Amplitude Correction Data

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4:DATA

<freq>,<rel_ampl>{,<freq>,<rel_ampl>}

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4:DATA?

Ορίζει τα δεδομένα διόρθωσης πλάτους. Αυτές οι διορθώσεις συχνότητας/πλάτους εφαρμόζονται στα απεικονιζόμενα δεδομένα για να διορθωθούν απώλειες/κέρδη συστήματος εκτός του αναλυτή. Τέσσερα διαφορετικά σετ διορθωτικών δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν.

Παράδειγμα: **:CORR:CSET1:DATA**

900E6,0.3,1.0E9,0.35,1.3E9,0.2

Εύρος: 200 σημεία για κάθε σετ

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corections → Antenna → Edit → Point/Frequency/Amplitude/Delete Point

Amplitude/Y Scale → Cable → Antenna → Edit → Point/Frequency/Amplitude/Delete Point

Amplitude/Y Scale → Other → Antenna → Edit → Point/Frequency/Amplitude/Delete Point

Amplitude/Y Scale → User → Antenna → Edit → Point/Frequency/Amplitude/Delete Point

6.2.23.4 Merge Additional Values into the Existing Amplitude Correction Data

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4:DATA:MERGE

<freq>,<rel_ampl>{,<freq>,<rel_ampl>}

Προσθέτει σημεία με τις συγκεκριμένες τιμές, στα τρέχων δεδομένα διόρθωσης πλάτους. Αν προστεθούν περισσότερα σημεία από ότι είναι δυνατό να αποθηκευτούν τότε επιστρέφεται λάθος.

- <freq> είναι η συχνότητα (σε Hz) όπου θα εφαρμοστεί η διόρθωση, δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτό το όρισμα.
- <rel_ampl> είναι το ποσοστό σχετικής διόρθωσης (σε db) που χρειάζεται, δεν επιτρέπονται μονάδες σε αυτό το όρισμα.

6.2.23.5 Delete Amplitude Correction

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4:DELeTe

Διαγράφει το ορισμένο σέτ διορθώσεων. Αν το σέτ ήταν σε κατάσταση “On”, τότε γυρνάει σε κατάσταση “Off”

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corrections → Antenna/Cable/Other/User → Delete Correction

6.2.23.6 Set Amplitude Correction Frequency Interpolation

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4:X:SPACing

LINear|LOGarithmic

Ορίζει την παρεμβολή συχνότητας(Frequency Interpolation) σαν λογαριθμική ή γραμμική για την συγκεκριμένη διόρθωση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corrections → Freq Interp Log/Lin

6.2.23.7 Perform Amplitude Correction

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4[:STATe] OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]|2|3|4[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την λειτουργία διόρθωσης για το δεδομένο σέτ.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Amplitude/Y Scale → Corrections → Antenna/Cable/Other/User → Correction On Off

6.2.23.8 Input Impedance Correction

[[:SENSe]:CORRection:IMPedance[:INPut][:MAGNitude] <number>

[[:SENSe]:CORRection:IMPedance[:INPut][:MAGNitude]?

Η διόρθωση πλάτους εφαρμόζεται στα απεικονιζόμενα δεδομένα για να προσαρμοστεί καλύτερα σε καταστάσεις μέτρησης όπου η συσκευή που είναι υπό “τεστάρισμα” έχει διαφορετική αντίσταση από 50Ω αντίσταση εισόδου για τον αναλυτή. Μερικοί αναλυτές Agilent ESA διαθέτουν επιλογή 1DP,75Ω είσοδο. Σε αυτήν την περίπτωση, ίσως θελήσουμε να μετατρέψουμε της μετρήσεις σε 50Ω σύστημα.

Εύρος: 50 ή 75 ohms

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: ohms

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Input → Input Z Corr 50 Ω 75 Ω**

6.2.23.9 External Amplifier Correction

[[:SENSe]:CORRection:OFFSet[:MAGNitude] <rel_ampl>

[[:SENSe]:CORRection:OFFSet[:MAGNitude]?

Μια μοναδική τιμή διόρθωσης πλάτους μπορεί να εφαρμοστεί στο απεικονιζόμενο ίχνος(trace) του σήματος ώστε να αντεπεξέλθει σε απώλεια/κέρδος(losses/gains) σήματος που συμβαίνουν από άλλες συσκευές στο περιβάλλον μέτρησης, εκτός της συσκευής που τεστάρετε.

Εύρος: -81.9 μέχρι 81.9

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale → Ext Amp Gain**

6.2.24 [:SENSe]:DEMod Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αποδιαμόρφωσης)

6.2.24.1 Type of Demodulation

[:SENSe]:DEMod AM|FM

[:SENSe]:DEMod?

Επιλέγει τον τύπο αποδιαμόρφωσης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Det/Demod → Demod → AM

Det/Demod → Demod → FM

6.2.24.2 FM Deviation

[:SENSe]:DEMod:FMDeviation <freq>

[:SENSe]:DEMod:FMDeviation?

Ορίζει την συνολική απόκλιση συχνότητας FM για αποδιαμόρφωση συνολικής οθόνης(full screen).

Εύρος: 5 kHz μέχρι 1.2MHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE → Scale/Div**

6.2.24.3 Demodulation Control

[:SENSe]:DEMod:STATe OFF|ON|0|1

[:SENSe]:DEMod:STATe?

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Det/Demod → Demod → Off**

6.2.24.4 Demod Time

[:SENSe]:DEMod:TIME <time>

[:SENSe]:DEMod:TIME?

Ορίζει τον χρόνο που χρησιμοποιείται για αποδιαμόρφωση στο πεδίο της συχνότητας(frequency domain demodulation).

Εύρος: 2ms μέχρι 100s

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: seconds

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Det/Demod → Demod → Demod Time**

6.2.24.5 Demod View

[:SENSe]:DEMod:VIEW[:STATe] OFF|ON|0|1

[:SENSe]:DEMod:VIEW[:STATe]?

Αυτή η εντολή εμφανίζει το αποδιαμορφωμένο σήμα στην οθόνη. Αν η FM Demod είναι σε κατάσταση “on” τότε η οθόνη έχει για μονάδες μέτρησης kHz. Ο λόγος scale/div ορίζεται με την εντολή

:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision:FREQuency <freq>

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Det/Demod → Demod → FM → Demod View

6.2.25 [:SENSE]:DETECTOR Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου ανίχνευσης)

6.2.25.1 Automatic Detection Type Selected

[:SENSe]:DETECTOR:AUTO OFF|ON|0|1

[:SENSe]:DETECTOR:AUTO?

Αλλάζει αυτόματα στον βέλτιστο τύπο ανίχνευσης για τυπικές μετρήσεις χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες ρυθμίσεις του οργάνου. Ο τύπος ανίχνευσης είναι “average” αν οποιοδήποτε από τα παρακάτω είναι σε κατάσταση “on”:

Noise marker

Band power markers

Trace averaging when the Average Type is Power (RMS).

Ο τύπος ανίχνευσης είναι “sample” αν οποιοδήποτε από τα παρακάτω είναι αληθές.

Trace averaging is on with average type of video

Both max and min hold trace modes are on

Resolution bandwidth is less than 1 kHz, and noise marker, band power markers, or trace averaging is on

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Det/Demod → Detector**

6.2.25.2 Type of Detection

[:SENSe]:DETECTOR[:FUNCTION]

NEGative|POSitive|SAMPLE|AVERAge|RMS

[:SENSe]:DETECTOR[:FUNCTION]?

Ορίζει τον τύπο ανίχνευσης.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Det/Demod → Detector

Det/Demod → Detector → Peak

Det/Demod → Detector → Sample

Det/Demod → Detector → Negative Peak

Det/Demod → Detector → Average

6.2.26 [:SENSE]:FREQUENCY Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου συχνότητας)

6.2.26.1 Center Frequency

[:SENSe]:FREQUENCY:CENTER <freq>

[:SENSe]:FREQUENCY:CENTER UP|DOWN

[:SENSe]:FREQUENCY:CENTER?

Ορίζει την κεντρική συχνότητα.

Εύρος με 10MHz ελάχιστο για log swepp mode

ESA E4401B, E4411B: –80 MHz μέχρι 1.58 GHz

ESA E4402B, E4403B: –80 MHz μέχρι 3.10 GHz

ESA E4404B: –80 MHz μέχρι 6.78 GHz

ESA E4405B: –80 MHz μέχρι 13.3 GHz

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

ESA E4407B, E4408B: -80 MHz μέχρι 27.0 GHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **FREQUENCY/Channel → Center Freq**

6.2.26.2 Center Frequency Step Size Automatic

[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO?

Καθορίζει αν το μέγεθος βημάτων (step size) τίθεται αυτόματα βασισμένο στην έκταση (span).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

FREQUENCY/Channel → CF Step Auto Man

6.2.26.3 Center Frequency Step Size

[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement] <freq>

[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement]?

Ορίζει το μέγεθος βήματος της κεντρικής συχνότητας.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: -1.58 μέχρι 1.58 GHz

ESA E4402B, E4403B: -3.10 μέχρι 3.10 GHz

ESA E4404B: -6.78 μέχρι 6.78 GHz

ESA E4405B: -13.3 μέχρι 13.3 GHz

ESA E4407B, E4408B: -27.0 μέχρι 27.0 GHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **FREQUENCY/Channel → CF Step Man**

6.2.26.4 Frequency Span

[[:SENSe]:FREQuency:SPAN <freq>

[[:SENSe]:FREQuency:SPAN?

Ορίζει την έκταση συχνότητας(frequency span). Ορίζοντας την έκταση σε 0Hz βάζει τον αναλυτή σε μηδενική έκταση.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: 0Hz, 100Hz μέχρι 1.58 GHz

ESA E4402B, E4403B: 0Hz, 100Hz μέχρι 3.10 GHz

ESA E4404B: 0Hz, 100Hz μέχρι 6.78 GHz

ESA E4405B: 0Hz, 100Hz μέχρι 13.3 GHz

ESA E4407B, E4408B: 0Hz, 100Hz μέχρι 27.0 GHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

SPAN/X Scale → Span

SPAN/X Scale → Zero Span

6.2.26.5 Full Frequency Span

[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:FULL

Ορίζει την έκταση συχνότητας(frequency span) σε πλήρη κλίμακα(full scale).

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: 1.5 GHz

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

ESA E4402B, E4403B: 3.0 GHz
ESA E4404B: 6.7 GHz
ESA E4405B: 13.2 GHz
ESA E4407B, E4408B: 26.5 GHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **SPAN/X Scale → Full Span**

6.2.26.6 Last Frequency Span

[[:SENSe]:FREQUency:SPAN:PREVious

Ορίζει την έκταση συχνότητας (frequency span) στην προηγούμενη ρύθμιση έκτασης(span).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **SPAN/X Scale → Last Span**

6.2.26.7 Start Frequency

[[:SENSe]:FREQUency:STARt <freq>

[[:SENSe]:FREQUency:STARt?

Ορίζει την συχνότητα εκκίνησης.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: -80MHz έως 1.58 GHz

ESA E4402B, E4403B: -80MHz έως 3.10 GHz

ESA E4404B: -80MHz έως 6.78 GHz

ESA E4405B: -80MHz έως 13.3 GHz

ESA E4407B, E4408B: -80MHz έως 27.0 GHz

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: Hz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **FREQUENCY/Channel → Start Freq**

6.2.26.8 Frequency Synthesis Mode

[[:SENSe]:FREQUency:SYNTHeSis 1|2|3

[[:SENSe]:FREQUency:SYNTHeSis?

Αυτή η εντολή αλλάζει κατάσταση μεταξύ δύο διαφορετικών τρόπων βελτιστοποίησης θορύβου φάσης. Ο τρόπος 2 βελτιστοποιεί τον αναλυτή για γειτονικό θόρυβο φάσης. Ο τρόπος 3 βελτιστοποιεί τον αναλυτή για μέγιστη ταχύτητα συντονισμού (tuning speed). Ο τρόπος 1 δεν συνίσταται για νέες σχεδιάσεις.

Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο στα παρακάτω μοντέλα: E4402B, E4403B, E4404B, E4405B, E4407B, E4408B

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AUTO COUPLE → PhNoise Opt**

6.2.26.9 Frequency Synthesis State

[[:SENSe]:FREQUency:SYNTHeSis:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:FREQUency:SYNTHeSis:AUTO?

Αυτή η εντολή αλλάζει κατάσταση ανάμεσα σε αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή θορύβου φάσης.

Σε κατάσταση Auto, η λειτουργία βελτιστοποίησης θορύβου φάσης δουλεύει ακολούθως:

- Για εκτάσεις (spans) 12MHz, ο αναλυτής βελτιστοποιείται για θόρυβο φάσης.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

- Για εκτάσεις (spans) > 10ΜΗζ, ο αναλυτής βελτιστοποιείται για γρήγορο συντονισμό (tuning).

Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο στα παρακάτω μοντέλα: E4402B, E4403B, E4404B, E4405B, E4407B, E4408B

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AUTO COUPLE → PhNoise Opt**

6.2.27 [:SENSe]:MIXer Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου μίκτη)

6.2.27.1 Select External Mixer Band

[:SENSe]:MIXer:BAND K|A|Q|U|V|E|W|F|D|G|Y|J|USER

[:SENSe]:MIXer:BAND?

Αυτή η εντολή επιτρέπει την επιλογή μιας από τις προκαθορισμένες μπάντες που αντιστοιχούν στο εξωτερικό μίκτη που χρησιμοποιείται. Η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερική μίξη).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Inpur Mixer → Ext Mix Band

6.2.27.2 External Mixer Bias Adjust

[:SENSe]:MIXer:BIAS <numeric>

[:SENSe]:MIXer:BIAS?

Αυτή η εντολή επιτρέπει τη ρύθμιση μιας εσωτερικής πηγής για χρήση με εξωτερικούς μίκτες. Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερική Mixing).

Εύρος: από -10 mA έως 10 mA

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: mA

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Input Mixer → Mixer Config → Mixer Bias On Off

6.2.27.3 Set External Mixer Bias On/Off

[:SENSe]:MIXer:BIAS:STATe OFF|ON|0|1

[:SENSe]:MIXer:BIAS:STATe?

Αυτή η εντολή ενεργοποιεί μια εσωτερική πηγή για χρήση με εξωτερικό μίκτη. Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερική Mixing).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Input Mixer → Mixer Config → Mixer Bias On Off

6.2.27.4 Set External Mixer LO Harmonic Value

[:SENSe]:MIXer:HARMonic <integer>

[:SENSe]:MIXer:HARMonic?

Αυτή η εντολή επιτρέπει να ορίσουμε τιμή LO αρμονικών για μίκτες διαφορετικούς από τους HP/Agilent 11970-Series ή 11974-Series. Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερική Mixing).

Εύρος: οποιοσδήποτε μη μηδενικός ακέραιος από -50 έως 50

6.2.27.5 Set External Mixer LO Harmonic Mode

[[:SENSe]:MIXer:HARMonic:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:MIXer:HARMonic:AUTO?

Αυτή η εντολή επιτρέπει να ορίσουμε την λειτουργία LO αρμονικών σε αυτόματη ή “χειροκίνητη”. Η χειροκίνητη λειτουργία είναι διαθέσιμη μόνο με μίκτες διαφορετικούς από τους HP/Agilent 11970-Series ή 11974-Series την επιλογή. Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερική Mixing).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Input Mixer → Mixer Config → Harmonic Auto Man

6.2.28 [[:SENSe]:POWer Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου στάθμης)

6.2.28.1 Input Attenuation

[[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation <rel_amp>

[[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation?

Ρυθμίζει τον εξασθενητή εισόδου. Αυτή η τιμή είναι auto αν η input attenuation είναι ρυθμισμένη στο auto.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: 0 μέχρι 60 dB

ESA E4402B, E4403B, E4404B, E4405B: 0 μέχρι 75 dB

ESA E4407B, E4408B: 0 μέχρι 65 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

AMPLITUDE/Y Scale → Attenuation Auto Man

6.2.28.2 Input Port Attenuator Auto

[[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO?

Επιλέγει το εύρος της πόρτας εισόδου του εξασθενητή αυτόματα ή χειροκίνητα.

- ON – Η εξασθένιση εισόδου καθορίζεται αυτόματα από την ρύθμιση του επιπέδου αναφοράς.
- OFF - Η εξασθένιση εισόδου καθορίζεται χειροκίνητα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale → Attenuation**

6.2.28.3 Input Port Power Gain

[[:SENSe]:POWer[:RF]:GAIN[:STATe] OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:POWer[:RF]:GAIN[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την εσωτερική προενίσχυση.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

AMPLITUDE/Y Scale → Int Preamp On Off

6.2.28.4 Input Port Maximum Mixer Power

**[[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[:UPPer] <ampl>
[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[:UPPer]?**

Ορίζει την μέγιστη στάθμη στον μίκτη εισόδου.

Εύρος: -100 dBm μέχρι -10 dBm

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dBm

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale → Max Mixer LVI**

6.2.28.5 Optimize Preselector Frequency

**[[:SENSe]:POWer[:RF]:PADJust <freq>
[:SENSe]:POWer[:RF]:PADJust?**

Αυτή η εντολή επιτρέπει καθορισμένη από το χρήστη ρύθμιση της συχνότητας προεπιλογέων ώστε να βελτιστοποιηθεί η απόκριση στο σήμα ενδιαφέροντος.

Εύρος: -250 MHz μέχρι 250 MHz

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale → Presel Adjust**

6.2.28.6 Preselector Center

[[:SENSe]:POWer[:RF]:PCENter

Στην εσωτερική μίξη, αυτή η εντολή κεντροθετεί το φίλτρο προεπιλογέων στο σήμα ενδιαφέροντος. Στην εξωτερική μίξη, το εξωτερικό φίλτρο προεπιλογέων προσαρμόζεται στην κορυφή της απόκρισης του φίλτρου για να μεγιστοποιήσει το εύρος στην επιλεγμένη ενεργή συχνότητα. Αυτή η εντολή δεν έχει καμία επίδραση εάν ενεργοποιείται στις μη-επιλεγμένες εκ των προτέρων ζώνες. Αυτή η εντολή είναι χρησιμοποιήσιμη από τα 3 GHz έως την μέγιστη συχνότητα του αναλυτή.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **AMPLITUDE/Y Scale → Presel Center**

6.2.29 [:SENSe]:SIDentify Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αναγνώρισης σήματος)

6.2.29.1 Set Mixer Signal Identification Mode

**[[:SENSe]:SIDentify:MODE ISUPpress|ISHift
[:SENSe]:SIDentify:MODE?**

Αυτή η εντολή επιτρέπει να επιλέξουμε έναν από δύο τύπους μεθόδων αναγνώρισης σημάτων όταν παρατηρούμε πολλαπλές απαντήσεις από μη-επιλεγμένους εκ των προτέρων εξωτερικούς μίκτες. Αυτή η εντολή είναι διαθέσιμη μόνο με την επιλογή AYZ (εξωτερικό Mixing).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Input/Output → Input Mixer → Signal ID Mode → Image Suppress

Input/Output → Input Mixer → Signal ID Mode → Image Shift

6.2.29.2 Set Mixer Signal Identification State

**[[:SENSe]:SIDentify[:STATe] OFF|ON|0|1
[:SENSe]:SIDentify[:STATe]?**

Αυτή η εντολή ενεργοποιεί έναν αλγόριθμο που είτε αφαιρεί είτε βοηθά με την αναγνώριση πολλαπλών απαντήσεων. Αυτές οι απαντήσεις παράγονται από έναν ενιαίο σήμα εισαγωγής που χρησιμοποιεί τους μη-επιλεγμένους εκ των προτέρων εξωτερικούς μίκτες.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανειλλάκη Ειρήνη AM: 2384

Input/Output → Input Mixer → Signal Ident On Off

6.2.30 [:SENSe]:SWep Subsection (Υποσύνολο εντολών τύπου αναγνώρισης σάρωσης)

6.2.30.1 Sweep Points

[:SENSe]:SWep:POINts <number of points>

[:SENSe]:SWep:POINts?

Αυτή η εντολή επιλέγει το πλήθος των σημείων σάρωσης(sweep points).

Παράδειγμα : **:SWep:POIN 401**

Εύρος: 101 έως 8192

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Points**

6.2.30.2 Query Number of Segments

[:SENSe]:SWep:SEGment:COUNT?

Επιστρέφει το πλήθος των τμημάτων (segments) που έχουν καθοριστεί στα τμηματικά δεδομένα σάρωσης(segmented sweep data).

Εύρος: 0 έως 32

6.2.30.3 Set All Segment Data

[:SENSe]:SWep:SEGment:DATA[:ALL] <SSTop|CSPan>,<string>

[:SENSe]:SWep:SEGment:DATA[:ALL]? <SSTop|CSPan>

Ορίζει παράμετρος για όλα τα τμήματα μιας τμηματικής σάρωσης (segmented sweep). Τα δεδομένα εισάγονται σαν τιμές ASCII χωρισμένα με κόμματα σε διαδοχική σειρά επιθυμητών τμημάτων. Τα τμήματα θα ταξινομηθούν με σειρά αυξανόμενης αρχικής συχνότητας. Αν πολλαπλά τμήματα, έχουν ίδια αρχική συχνότητα, τότε θα εμφανιστούν με σειρά αυξανόμενης συχνότητας τερματισμού. Είναι δυνατό να καθορίσουμε τμήματα που επικαλύπτονται μεταξύ τους.

Για SSTop, η σειρά ταξινόμησης που χρησιμοποιείται σε κάθε τμήμα είναι:

start frequency, stop frequency, resolution bandwidth, video bandwidth, number of points, και sweep time.

Για CSPan, η σειρά ταξινόμησης που χρησιμοποιείται σε κάθε τμήμα είναι:

center frequency, span,resolution bandwidth, video bandwidth, number of points, και sweep time.

Παράδειγμα: **:SENSe:SWep:SEGment:DATA:ALL**

CSPan,50e06,5e6,1e5,1e5,101,.0050,1e09,5e6

,1e5,1e5,101,

Αυτό το παράδειγμα ορίζει δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα έχει κεντρική συχνότητα 50MHz και το δεύτερο τμήμα έχει κεντρική συχνότητα 1GHz.

Εύρος: Το εύρος εξαρτάται από το μοντέλο του αναλυτή.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Center Freq

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Span

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Resolution BW

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Video BW

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Points

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Sweep Time

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης

DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

6.2.30.4 Merge Data With Segmented Sweep Data

[[:SENSe]:SWEep:SEGMENT:DATA:MERGe <SSTop|CSPan>,<string>

Συγχωνεύει δεδομένα με τα τεμαχισμένα δεδομένα σάρωσης. Τα τμήματα θα ταξινομηθούν με σειρά αυξανόμενης αρχικής συχνότητας. Αν πολλαπλά τμήματα, έχουν ίδια αρχική συχνότητα, τότε θα εμφανιστούν με σειρά αυξανόμενης συχνότητας τερματισμού. Είναι δυνατό να καθορίσουμε τμήματα που επικαλύπτονται μεταξύ τους.

- Για SSTop, η σειρά ταξινόμησης που χρησιμοποιείται σε κάθε τμήμα είναι: start frequency, stop frequency, resolution bandwidth, video bandwidth, number of points, και sweep time.
- Για CSPan, η σειρά ταξινόμησης που χρησιμοποιείται σε κάθε τμήμα είναι: center frequency, span, resolution bandwidth, video bandwidth, number of points, και sweep time.

Παράδειγμα:

**:SENSe:SWEep:SEGMENT:DATA:MERGe
CSPan,150e06,5e6,1e5,1e5,101,.050,110e06,5
e6,1e5,1e5,100,.05**

Εύρος: Το εύρος εξαρτάται από το μοντέλο του αναλυτή.

6.2.30.5 Delete All Segmented Sweep Data

[[:SENSe]:SWEep:SEGMENT:DELEte

Σβήνει όλα τα τεμαχισμένα δεδομένα σάρωσης (segmented sweep data).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Segmented → Modify → Delete**

6.2.30.6 Delete Some Segmented Sweep Data

[[:SENSe]:SWEep:SEGMENT:DELEte:ROW <integer>

Σβήνει μόνο τα καθορισμένα τεμαχισμένα δεδομένα σάρωσης (segmented sweep data) – μια σειρά(row).

Εύρος: από 1 έως το μέγιστο πλήθος τεμαχίων (segments).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep → Segmented → Modify → Edit → Delete Segment

6.2.30.7 Turn On/Off Segmented Sweep

[[:SENSe]:SWEep:SEGMENT[:STATe] OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:SWEep:SEGMENT[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την τεμαχισμένη σάρωση (segmented sweep). Η τεμαχισμένη σάρωση είναι μια λειτουργία στην οποία μόνο οι μπάντες ενδιαφέροντος μετριοούνται με τα δεδομένα που παρουσιάζονται σε μοναδικό ίχνος (trace). Αυτό βελτιώνει την ταχύτητα μέτρησης και προσφέρει περισσότερη λεπτομέρεια και ανάλυση σε αυτές τις μπάντες ενδιαφέροντος.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Segmented → ON/OFF**

6.2.30.8 Set Frequency Domain Scale Type

[[:SENSe]:SWEep:SPACing LINear|LOGarithmic

[[:SENSe]:SWEep:SPACing?

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Επιλέγει είτε γραμμική είτε λογαριθμική για την κλίμακα της συχνότητας (X-άξονας).
Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **FREQUENCY → Scale Type**

6.2.30.9 Sweep Time

[[:SENSe]:SWEep:TIME <time>

[[:SENSe]:SWEep:TIME?

Ορίζει τον χρόνο στον οποίο ο αναλυτής σαρώνει την οθόνη.

Εύρος: Εξαρτάται από τα εγκατεστημένα υποσυστήματα του αναλυτή, το πλήθος των σημείων σάρωσης, και την έκδοση υλικολογισμικού (firmware) του οργάνου.

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: seconds

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Sweep Time Auto Man**

6.2.30.10 Automatic Sweep Time

[[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO?

Επιλέγει αυτόματα τον ταχύτερο δυνατό χρόνο σάρωσης υπό τις τρέχουσες ρυθμίσεις.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Sweep Time Auto Man**

6.2.30.11 Sweep Time Mode

[[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO:MODE SRESponse|SANalyzer

[[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO:MODE?

Καθορίζει τον τύπο αυτόματης λειτουργίας coupling για τον ταχύτερο δυνατό χρόνο σάρωσης υπό τις τρέχουσες ρυθμίσεις.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Sweep Coupling SR SA**

6.2.30.12 Time Gating Delay (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:DELAy <time>

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:DELAy?

Ορίζει τον χρόνο καθυστέρησης από την ώρα που συμβαίνει ερέθισμα πύλης (gate trigger) μέχρι να ανοίξει η πύλη. Η λειτουργία αυτή δουλεύει μόνο με EDGE triggering.

Εύρος: 0.3 μs έως 429 sec

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: seconds

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep → Gate Setup → Edge Setup → Gate Delay

6.2.30.13 Time Gate Length (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:LENGth <time>

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:LENGth?

Ορίζει την διάρκεια χρόνου πύλης (gate time length) καθυστέρησης (σε δευτερόλεπτα).

Εύρος: 0.3 μs έως 429 sec

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: seconds

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep → Gate Setup → Edge Setup → Gate Length

6.2.30.14 Time Gate Level (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:LEVel HIGH|LOW

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:LEVel?

Επιλέγει την στάθμη του σήματος πύλης (gate signal), αυτή η εντολή είναι για ερέθισμα στάθμης μόνο (LEVel triggering).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Gate Setup → Level Setup**

6.2.30.15 Time Gate Polarity (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:POLarity NEGative|POSitive

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:POLarity?

Επιλέγει την πολικότητα του σήματος πύλης (gate signal), αυτή η εντολή είναι για ερέθισμα στάθμης μόνο (LEVel triggering).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:
Sweep → Gate → Edge Gate → Slope Pos Neg

6.2.30.16 Preset Time Gate (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:PRESet

Αυτή η εντολή αρχικοποιεί τις παραμέτρους της πύλης στις προεπιλεγμένες τιμές :

Gate trigger type = edge

Gate polarity = positive

Gate delay = 1 μs

Gate length = 1 μs

Gate level = high

6.2.30.17 Control Time Gate (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE[:STATe] OFF|ON|0|1

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE[:STATe]?

Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την λειτουργία time gating.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Sweep → Gate On Off**

6.2.30.18 Time Gate Trigger Type (Option 1D6 Only)

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:TYPE LEVel|EDGE

[[:SENSe]:SWEep:TIME:GATE:TYPE?

Επιλέγει ανάμεσα σε λειτουργία αιχμής (edge) ή στάθμης (level) για φασματική ανάλυση πύλης χρόνου(time gated).

Η λειτουργία στάθμης (level) ενεργοποιεί την πύλη όταν το σήμα υπερβεί ένα προκαθορισμένο επίπεδο, ρυθμίζεται σαν low ή high.

Η λειτουργία αιχμής (edge) ενεργοποιεί την πύλη όταν ανιχνευτεί η αιχμή ενός σήματος, ρυθμίζεται σε ανίχνευση θετικής αιχμής ή αρνητικής αιχμής.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι:

Sweep → Gate → Gate Control Edge Level

6.2.31 SOURce Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου πηγής)

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανειλλάκη Ειρήνη AM: 2384

Το σύνολο εντολών τύπου πηγής ελέγχει τα χαρακτηρισθέντα σήματος της γεννήτριας ίχνους (tracking generator).

6.2.31.1 Sets the Output Power Offset Correction

:SOURce:CORRection:OFFSet <rel_ampl>

:SOURce:CORRection:OFFSet?

Καθορίζει ένα offset για το επίπεδο ισχύος του απεικονιζόμενου σήματος. Ένα όφσσετ επιπέδου ισχύος μπορεί να προστεθεί στο απεικονιζόμενο επίπεδο ώστε να αντεπεξέλθουμε σε απώλειες του συστήματος (π.χ. απώλειες στο καλώδιο) ή κέρδος (π.χ. κέρδος προενισχυτή). Αυτή η λειτουργία όφσσετ δεν αλλάζει το επίπεδο ισχύος πραγματικά, αλλάζει μόνο το απεικονιζόμενο επίπεδο ισχύος έτσι ώστε να διαβάζεται το πραγματικό επίπεδο ισχύος τις συσκευής που τεστάρουμε.

Εύρος: -327.6 dB έως 327.6 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: τρέχουσες επιλεγμένες μονάδες μέτρησης ισχύος

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Amptd Offset**

6.2.31.2 Source Attenuation

:SOURce:POWer:ATTenuation <ampl>

:SOURce:POWer:ATTenuation?

Εξασθενεί το επίπεδο ισχύος τις εισόδου.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B: 0 dB έως 60 dB σε βήματα των 10 dB

ESA E4402B, E4403B: 0 dB έως 56 dB σε βήματα των 8 dB

ESA E4404B: 0 dB έως 56 dB σε βήματα των 8 dB

ESA E4405B: 0 dB έως 56 dB σε βήματα των 8 dB

ESA E4407B, E4408B: 0 dB έως 56 dB σε βήματα των 8 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Attenuation Auto Man**

6.2.31.3 Automatic Source Attenuation

:SOURce:POWer:ATTenuation:AUTO OFF|ON|0|1

:SOURce:POWer:ATTenuation:AUTO?

Επιλέγει αν ο εξασθενητής εισόδου θα ρυθμιστεί αυτόματα ή χειροκίνητα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Attenuation Auto Man**

6.2.31.4 Sets the Output Power

:SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <ampl>

:SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] UP|DOWN

:SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?

Καθορίζει την στάθμη εξόδου της πηγής.

Εύρος:

ESA E4401B, E4411B με το υποσύστημα 1DN: -70 dBm έως 3 dBm

E4401B, E4411B με το υποσύστημα 1DQ : -27.25 dBmV έως 45.75 dBmV

ESA E4402B, E4403B : -66 dBm έως 3 dBm

ESA E4404B : -66 dBm έως 3 dBm

ESA E4405B : -66 dBm έως 3 dBm

ESA E4407B,E4408B

: -66 dBm έως 3 dBm

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dBm

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Amplitude On Off**

6.2.31.5 Sets the Source Output Power Mode

:SOURce:POWer:MODE FIXed|SWEep

:SOURce:POWer:MODE?

Καθορίζει την στάθμη εξόδου της πηγής να είναι σε συγκεκριμένο σταθερό πλάτος ή να σαρώσει σε μια έκταση επιπέδων πλάτους.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Power Sweep On Off**

6.2.31.6 Set the Source Sweep Power Range

:SOURce:POWer:SPAN <rel_ampl>

:SOURce:POWer:SPAN?

Καθορίζει μια έκταση επιπέδων πλάτους στην οποία η έξοδος της πηγής θα σαρώσει.

Εύρος: 0 dB έως 20 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

6.2.31.7 Set the Output Power at the Start of the Sweep

:SOURce:POWer:STARt <ampl>

:SOURce:POWer:STARt?

Ορίζει το επίπεδο πλάτους της πηγής στην έναρξη της σάρωσης.

6.2.31.8 Set the Output Power to Step Automatically

:SOURce:POWer:STEP:AUTO OFF|ON|0|1

:SOURce:POWer:STEP:AUTO?

Ορίζει το μέγεθος βήματος του πλάτους της πηγής να είναι μια υποδιαίρεση της κάθετης κλίμακας όταν βρισκόμαστε σε λογαριθμική κλίμακα, ή 10 dB όταν βρισκόμαστε σε γραμμική κλίμακα.

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Amptd Step Auto Man**

6.2.31.9 Set the Output Power Step Size

:SOURce:POWer:STEP[:INCRement] <ampl>

:SOURce:POWer:STEP[:INCRement]?

Ορίζει το μέγεθος βήματος του πλάτους της πηγής.

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Amptd Step Auto Man**

6.2.31.10 Set the Source Sweep Power Range

:SOURce:POWer:SWEep <rel_ampl>

:SOURce:POWer:SWEep?

Καθορίζει το εύρος σταθμεύων πλάτους τα οποία θα σαρώσει η έξοδος της πηγής.

Εύρος: 0 dB έως 20 dB

Προεπιλεγμένη μονάδα μέτρησης: dB

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Power Sweep On Off**

6.2.31.11 Output Power Tracking

:SOURce:POWer:TRCKing <integer>

:SOURce:POWer:TRCKing?

Ρυθμίζει το tracking της εξόδου της πηγής με την σάρωση του αναλυτή στο τρέχον Resolution Bandwidth (RBW).

Εύρος: Ακέραιος, 0 έως 4095

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Man Track Adj**

6.2.31.12 Output Power Tracking Peak

:SOURce:POWer:TRCKing:PEAK

Ρυθμίζει αυτόματα το tracking της εξόδου της πηγής με την σάρωση του αναλυτή έτσι ώστε η στάθμη να είναι μέγιστη για το τρέχον Resolution Bandwidth (RBW).

Η πρόσβαση από τα κουμπιά του αναλυτή είναι: **Source → Tracking Peak**

6.2.32 STATus Subsystem (Σύνολο εντολών τύπου τρέχουσας κατάστασης)

Το σύνολο εντολών τύπου τρέχουσας κατάστασης ελέγχει τις SPCI-καθορισμένες δομές αναφοράς τρέχουσας κατάστασης.

6.2.32.1 Questionable Calibration Condition

:STATus:QUEStionable:CALibration:CONDition?

Αυτό το ερώτημα επιστρέφει την δεκαδική τιμή του αθροίσματος των bits στον καταχωρητή Questionable Calibration Condition.

Β'. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

7.1 Όργανα και λογισμικό μετρήσεων

Όλες οι μετρήσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων έγιναν με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού που υπάρχει στο ΤΕΙ Κρήτης και συγκεκριμένα εξοπλισμό του εργαστηρίου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών (Ε.Μ.Ι.Α.) του τομέα Τηλεπικοινωνιών και Πολυμέσων του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και πολυμέσων, για μετρήσεις στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων RF. Επιπλέον, οι μετρήσεις έγιναν κάτω από την επίβλεψη και καθοδήγηση του Επικουρου καθηγητή Κου Στρατάκη Δημήτρη.

Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της πτυχιακής αυτής ήταν:

- Η/Υ
- Αναλυτής φάσματος
- Κεραίες λήψης σήματος
- Καλώδια διασύνδεσης κεραιών – αναλυτή φάσματος
- Ειδικό λογισμικό για τον έλεγχο του συστήματος λήψης

Πιο αναλυτικά ο εξοπλισμός που μας παρείχε το εργαστήριο αποτελούνταν από:

- Κατάλληλα διαμορφωμένο όχημα μεταφοράς προσωπικού και εξοπλισμού (Mercedes τύπου Van) που πληρεί τους Ελληνικούς κανονισμούς και τις υποχρεωτικές συστάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έχει την κατάλληλη έγκριση τύπου



Εικόνα 9 : Όχημα μεταφοράς του Ε.Μ.Ι.Α

- Φασματικό Αναλυτή (Spectrum Analyser) Agilent ESA-E4407B (S/N: US41444075). Πρόκειται για όργανο, που συνδεδεμένο με μια κατάλληλη κεραία λήψης σαρώνει μια επιλεγμένη ζώνη συχνοτήτων, απεικονίζοντας τις φασματικές συνιστώσες της ζώνης αυτής που ανιχνεύονται από την χρησιμοποιούμενη κεραία λήψης. Πριν τη διαδικασία μέτρησης, ο αναλυτής χρειάζεται να προθερμανθεί ώστε η μετέπειτα λειτουργία του να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές του.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Ο συγκεκριμένος φασματικός αναλυτής αποκρίνεται στο φάσμα συχνοτήτων από 9KHz έως 26.5GHz, γεγονός που τον κάνει ιδανικό για να χρησιμοποιηθεί στις μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνοτήτων, σε συνδυασμό πάντοτε με την κατάλληλη κεραία λήψης.



Εικόνα 10 : Φασματικός αναλυτής και Laptop συνδεδεμένα μπροστά από την θέση εργασίας εντός του οχήματος του Ε.Μ.Ι.Α.

- Λογαριθμική Περιοδική Κεραία LP02 (S/N: 0010J30913), η οποία καλύπτει το εύρος συχνοτήτων από 200MHz έως 2700MHz,
- Καλώδιο τύπου RG213U (Mil-C-17) μήκους 5 μέτρων με N-Male συνδετήρες,
- Agilent 82359A GPIB to USB Interface. Πρόκειται για διεπαφή που μεταφέρει δεδομένα από τον αναλυτή Φάσματος στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή και αντίστροφα, με σκοπό τον κατάλληλο προγραμματισμό του αναλυτή και τη μεταφορά των δεδομένων που ανιχνεύονται στην κεραία
- Λογισμικό ελέγχου και επεξεργασίας δεδομένων του φασματικού αναλυτή (E.M.I.A).

Το Εργαστήριο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών έχει επίσης αναπτύξει λογισμικό χειρισμού του Αναλυτή Φάσματος καταγραφής και επεξεργασίας μετρήσεων [19], με δυνατότητες άμεσης εκτίμησης των ορίων επικινδυνότητας του λαμβανόμενου ηλεκτρομαγνητικού σήματος με σύγκριση του με τα επίπεδα αναφοράς που τίθενται από την Ελληνική Νομοθεσία (Νομος 3431/ΦΕΚ 13 Α' /3-2-2006 "Περί Ηλεκτρονικών επικοινωνιών και άλλες διατάξεις" [6] και Κ.Υ.Α. 53571/3839, Φ.Ε.Κ. 1105 Β', 6-9-2000 "Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά" [5]).

Το λογισμικό αυτό είναι άμεσα προσαρμόσιμο σε οποιοσδήποτε μεταβολές των μεγεθών που λαμβάνουν μέρος στην αξιολόγηση μετρήσεων (π.χ. αλλαγή στα κείμενα επίπεδα αναφοράς, στους παράγοντες κεραιών λόγω νέας βαθμονόμησης, κ.λ.π.).

Όλα τα παραπάνω όργανα συνοδεύονται από κατάλληλα πιστοποιητικά βαθμονόμησης (Certificates of Calibration) και αρίστης λειτουργίας.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

7.2 Βασικά στάδια προκαταρκτικών μετρήσεων

Προτού γίνει οποιαδήποτε κυρίως μέτρηση θα πρέπει να υλοποιηθούν προκαταρκτικές μετρήσεις που αποσκοπούν στον εντοπισμό του σήματος ενδιαφέροντος καθώς και των υπόλοιπων σημάτων που επηρεάζουν την τοποθεσία μέτρησης, καθώς και για να εντοπιστούν οι σχετικές θέσεις του συστήματος λήψης που θα οδηγήσουν σε μέγιστη ισχύ λήψης. Τα βασικά στάδια των προκαταρκτικών μετρήσεων είναι τα παρακάτω:

- Συγκέντρωνονται πληροφορίες (σταθμοί – κεραίες κ.λ.π),
- Επιθεωρείται οπτικά η τοποθεσία μετρήσεων,
- Ελέγχεται πάντοτε αν η τοποθεσία μετρήσεων βρίσκεται στο μακρινό πεδίο όλων των ακτινοβολούντων συστημάτων στην περιοχή του φάσματος ενδιαφέροντος. Με άλλα λόγια ελέγχεται η ισχύς της σχέσης:

$$r > \max \left[\frac{2D_1^2}{\lambda_1}, \frac{2D_2^2}{\lambda_2}, \dots, \frac{2D_p^2}{\lambda_i}, 3\lambda_1, 3\lambda_2, \dots, 3\lambda_i \right] \quad (7.1)$$

όπου η απόσταση r είναι η ελάχιστη δυνατή απόσταση ώστε το σύστημα λήψης μετρήσεων να βρίσκεται στο μακρινό πεδίο όλων των συστημάτων εκπομπής που το περιβάλλουν σε δεδομένη τοποθεσία μετρήσεων, D_p είναι η μέγιστη γραμμική διάσταση της κεραίας εκπομπής p που τα πεδία της επηρεάζουν την συγκεκριμένη τοποθεσία μετρήσεων, και λ_i το μήκος κύματος της εκπεμπόμενης στον ελεύθερο χώρο ακτινοβολίας από την κεραία p στην συχνότητα f_i ($\lambda_i = \frac{300}{f_i}$ m όταν η συχνότητα f_i δίνεται σε MHz).

Στην περίπτωση αυτή ισχύει για κάθε συχνότητα f_i η σχέση:

$$|\vec{S}_i| = |\vec{E}_i \times \vec{H}_i| = \frac{\vec{E}_i^2}{\eta} = \eta \cdot \vec{H}_i^2 = \eta \cdot \frac{\vec{B}_i^2}{\mu_0^2} \quad (7.2)$$

όπου S_i , E_i , H_i , B_i , η και μ_0 είναι η πυκνότητα ισχύος ισοδυνάμου επιπέδου κύματος, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, η ένταση του μαγνητικού πεδίου, η μαγνητική επαγωγή, η χαρακτηριστική αντίσταση του ελεύθερου χώρου ($\eta = 120 \cdot \pi \Omega$, $\pi \approx 3,1416$, $\eta \approx 377 \Omega$) και η μαγνητική διαπερατότητα του ελευθέρου χώρου ($\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m}$) αντίστοιχα.

Προφανώς η παραπάνω σχέση ισχύει και για τις συνολικές ενεργές τιμές των αντιστοιχών μεγεθών.

Με βάση την παραπάνω σχέση μπορούμε μετρώντας μόνο το ένα μέγεθος, σε περίπτωση μετρήσεων στο μακρινό πεδίο των ακτινοβολούντων συστημάτων να υπολογίσουμε και όλα τα υπόλοιπα μεγέθη και να τα συγκρίνουμε με τα επίπεδα αναφοράς της κείμενης Ελληνικής Νομοθεσίας, ώστε να διαπιστωθεί τυχόν υπέρβαση των τελευταίων.

- Συναρμολογείται το σύστημα λήψης μετρήσεων (κεραίες, RF καλώδιο, αναλυτής φάσματος, interface με φορητό υπολογιστή και φορητός υπολογιστής),
- Τίθεται σε λειτουργία και προθερμίζεται ο αναλυτής φάσματος ώστε η μετέπειτα λειτουργία του να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές του,
- Λαμβάνονται προκαταρκτικές μετρήσεις και αποθηκεύονται τα δεδομένα.

7.3 Μέθοδος μετρήσεων με χρήση αναλυτή φάσματος για την λήψη των μετρήσεων και χρήση λογισμικού για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Χρησιμοποιείται πρότυπη κεραία λήψης, κατάλληλου εύρους ζώνης, η οποία συνδέεται με τον αναλυτή φάσματος, όπου απεικονίζονται οι τιμές του μετρούμενου σήματος στις ζώνες

συχνοτήτων που μας ενδιαφέρουν και εντοπίζονται οι ζώνες που συνεισφέρουν σημαντικά στο επίπεδο της Η/Μ ακτινοβολίας.

Τα στάδια των μετρήσεων περιληπτικά είναι τα ακόλουθα:

- Λαμβάνεται πρόνοια ώστε να περιοριστούν όσο γίνεται περισσότερο οι ανακλάσεις από το περιβάλλον τοποθέτησης της κεραίας.
- Απομακρύνονται οι περαστικοί και το προσωπικό των μετρήσεων.
- Ρυθμίζεται ο αναλυτής φάσματος στις επιθυμητές ζώνες ζώνες για τον βέλτιστο προσδιορισμό της ενεργού τιμής της ισχύος λήψης για χρονική διάρκεια έξι λεπτών όπως απαιτείται από την Κ.Υ.Α. 53571/3839/109-2000, “Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά”, ΦΕΚ Β΄ 1105/6-9-2000 [5].

Η ρύθμιση του αναλυτή φάσματος μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε μέσω software είτε χειροκίνητα. Η ρύθμιση μέσω Software ελαχιστοποιεί την πιθανότητα σφάλματος ή ελλιπούς ρυθμίσεως από τον χειριστή του συστήματος.

Οι ρυθμίσεις του αναλυτή φάσματος που έγιναν αφορούσαν: Attenuation, Reference Level, Resolution Bandwidth, Video Bandwidth, Sweep time, Detector, Sweep points, Number of Averages, Start frequency, Stop frequency.

- Διενεργούνται οι μετρήσεις και αποθηκεύονται τα δεδομένα που προκύπτουν μαζί με τις ρυθμίσεις του αναλυτή για κάθε επιμέρους μέτρηση, σε μορφή αρχείων Excel σε κατάλληλο φάκελο του Η/Υ που καθοδηγεί το σύστημα μετρήσεων μέσω του λογισμικού του Ε.Μ.Ι.Α.

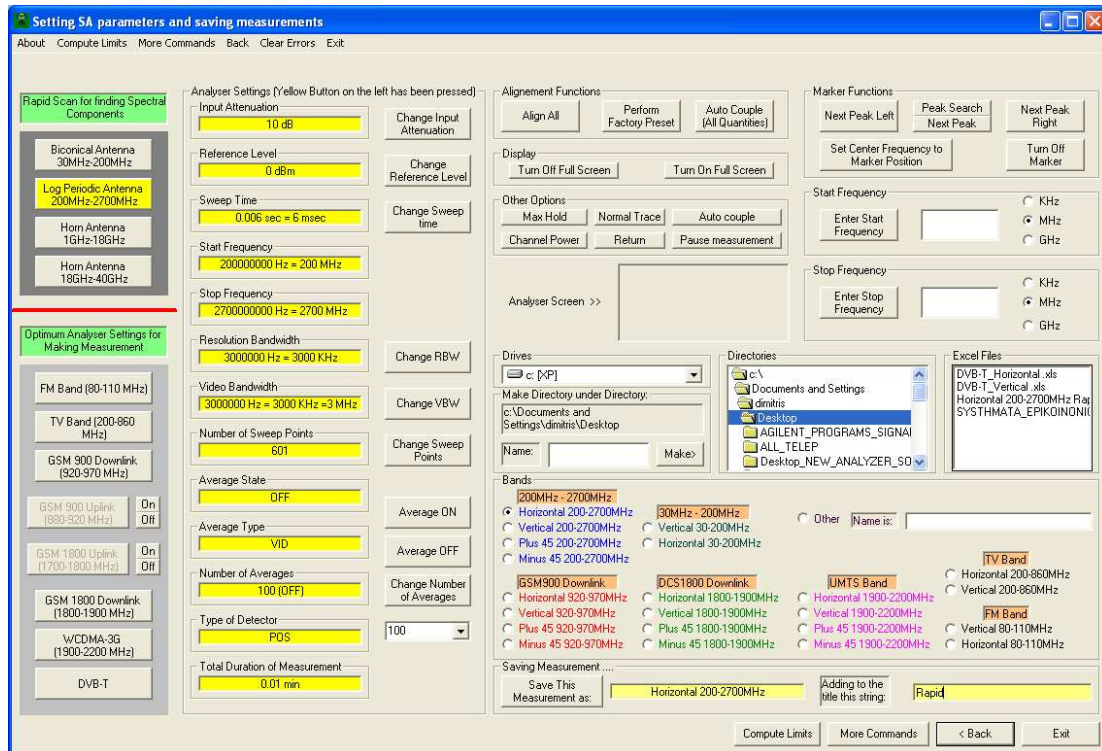
Τα πρότυπα που ακολουθούνται σε όλες τις μετρήσεις είναι τα παρακάτω:

- IEEE C95.3 – 1991 (Recommended Practice for the measurements of Potentially Hazardous Electromagnetic Fields – RF and Microwave) και τροποποίησή του (IEEE C95.3 – 2002) [20],
- Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50166-2 (Human exposure to electromagnetic fields – High frequency -10KHz to 300GHz) [21],
- Πρωτόκολλο μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην περιοχή των RF συχνοτήτων από 30MHz ως 26.5GHz, Εργαστήριο Μή Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών (Ε.Μ.Ι.Α.), Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων (Ε.Π.Π.), Τ.Ε.Ι. Κρήτης [33].

8 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

8.1 Ρύθμιση του αναλυτή φάσματος για λήψη προκαταρκτικών μετρήσεων

Για την λήψη των προκαταρκτικών και των κυρίως μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η λογαριθμική περιοδική κεραία του E.M.I.A. με εύρος ζώνης από 200MHz ως 2700MHz. Ο χειρισμός του αναλυτή έγινε από το λογισμικό του E.M.I.A. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η οθόνη ρυθμίσεων για την λήψη προκαταρκτικών μετρήσεων με σάρωση σε όλο το εύρος ζώνης της χρησιμοποιούμενης κεραίας:



Εικόνα 11 : Η οθόνη του Λογισμικού του E.M.I.A. για ρυθμίσεις/λήψη μετρήσεων με Αναλυτή Φάσματος

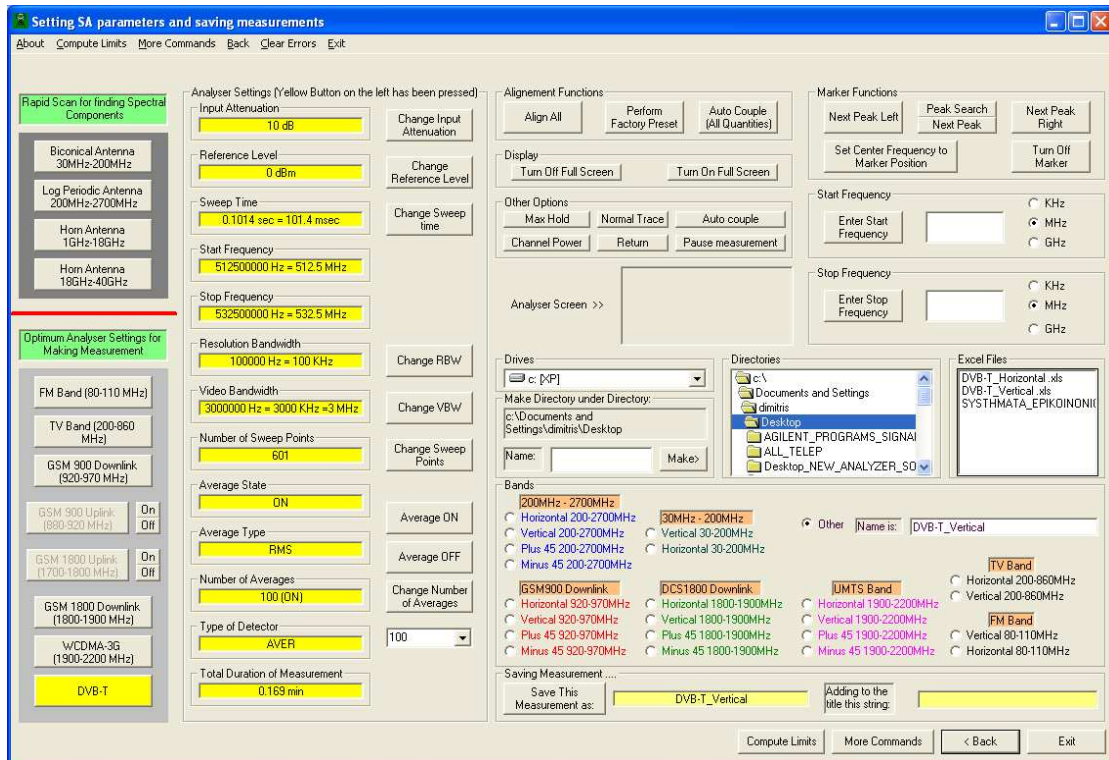
8.2 Λήψη κυρίως μετρήσεων στη ζώνη DVB-T

8.2.1 Εισαγωγή

Κατά την διάρκεια των προκαταρκτικών μετρήσεων στο φάσμα από 200MHz ως 2700MHz εντοπίστηκαν φασματικές συνιστώσες στην περιοχή των 520 MHz που αντιστοιχούσαν σε σήμα τύπου DVB-T που εκτέμφθηκε από ερευνητική υποδομή πομπών DVB-T του Εργαστηρίου Έρευνας και Ανάπτυξης Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων (PASIPHAΕ) του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων του ΤΕΙ Κρήτης. Με χρήση του λογισμικού του EMIA τέθηκε αρχική συχνότητα μετρήσεων η τιμή των 512.5 MHz και τελική συχνότητα των μετρήσεων η τιμή των 532.5 MHz. Στην συνέχεια ενεργοποιήκε το πλήκτρο “DVB-T” του λογισμικού και πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις: Στην πρώτη μέτρηση ο προσανατολισμός της κεραίας λήψης ήταν οριζόντιος και στην δεύτερη μέτρηση ο προσανατολισμός της κεραίας λήψης ήταν κατακόρυφος. Η οθόνη ρυθμίσεων και λήψης κυρίως μετρήσεων του λογισμικού παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384



Εικόνα 12 : Η οθόνη ρυθμίσεων και λήψης μετρήσεων του λογισμικού για μετρήσεις στην ζώνη από 512.5 MHz ως 532.5 MHz

Τα δεδομένα των μετρήσεων μαζί με τις ρυθμίσεις και την εικόνα πρόσοψης του αναλυτή φάσματος αποθηκεύονται σε αρχεία τύπου Excel, των οποίων η δομή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Frequency (Hz)	Trace1 (dBm)	Attenuation (dB)					
2	512500000	-76.69599915	10					
3	512533333.3	-76.66799927						
4	512566666.7	-76.63300323	Center Frequency (Hz)					
5	512600000	-76.65499878	522500000					
6	512633333.3	-76.68900299						
7	512666666.7	-76.62799835	Date/Time					
8	512700000	-76.53700256	11/9/2011 15:38					
9	512733333.3	-76.65399933						
10	512766666.7	-76.64600372	Instrument Model					
11	512800000	-76.61499786	E4407B					
12	512833333.3	-76.59100342						
13	512866666.7	-76.54799652	Instrument Serial Number					
14	512900000	-76.46199799	US41444075					
15	512933333.3	-76.21399689						
16	512966666.7	-76.35099792	Reference Level (dBm)					
17	513000000	-76.34899902	0					

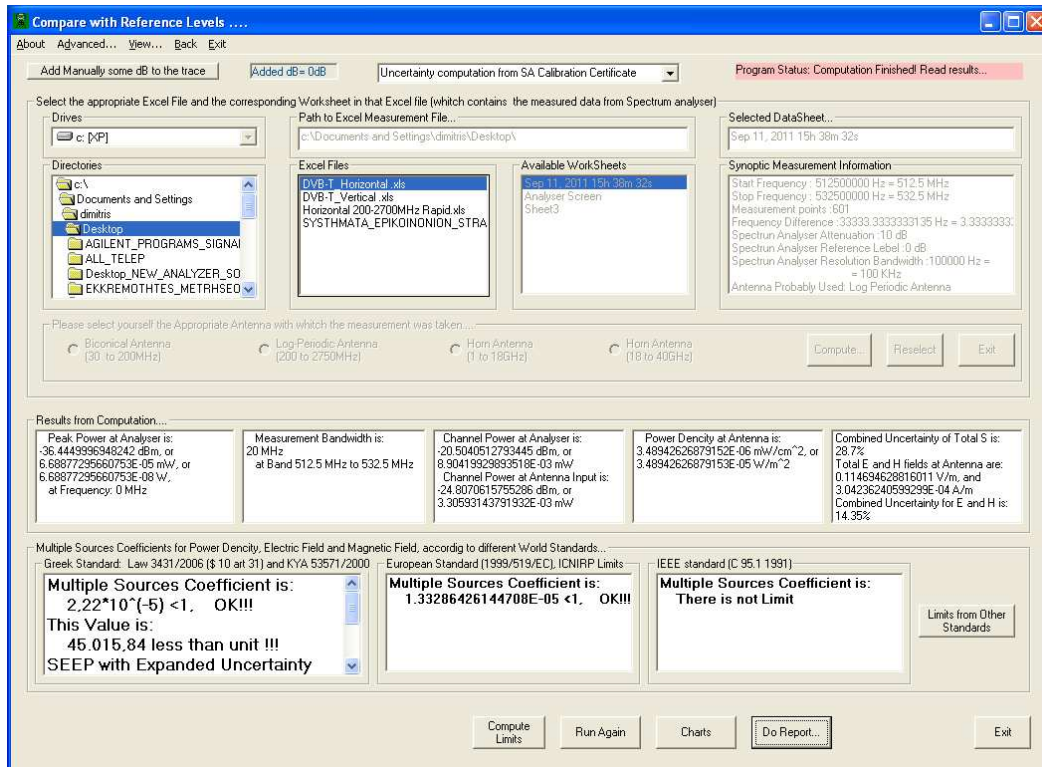
Εικόνα 13 : Μορφή των αρχείων Excel για κάθε μέτρηση. Στις πρώτες δύο στήμες είναι τα δεδομένα συχνότητας ίχνους του αναλυτή φάσματος και στην Τρίτη οι ρυθμίσεις του, για κάθε μέτρηση

Κατά τον τρόπο αυτό λήφθηκαν οι μετρήσεις οι οποίες περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

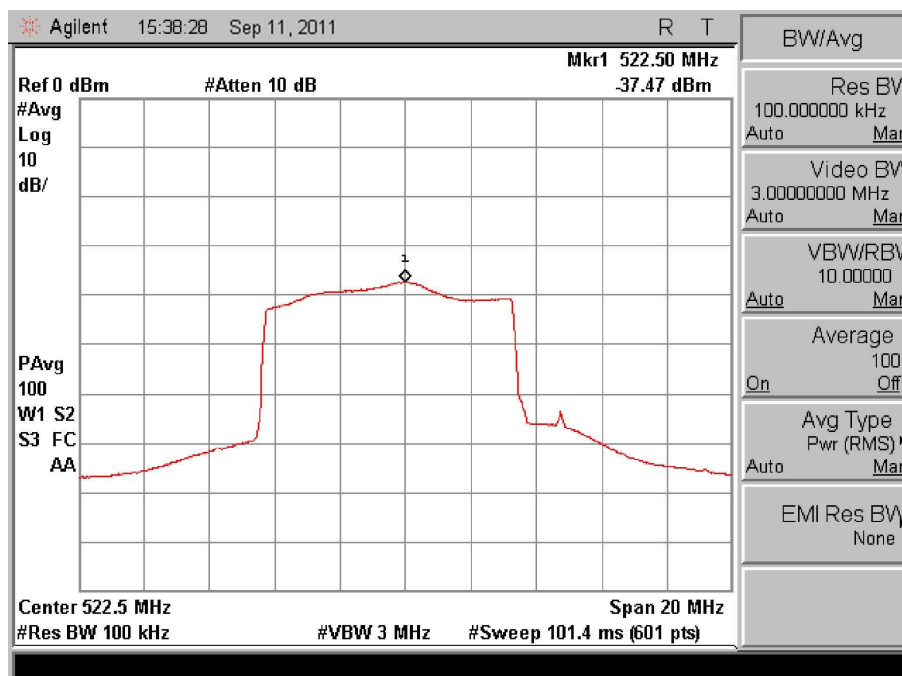
Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

8.2.2 Μέτρηση 1^η: Λήψη μέτρησης από 512.5MHz ως 532.5MHz με προσανατολισμό της κεραίας λήψης οριζόντιο



Εικόνα 14 : Επεξεργασία μέτρησης για οριζόντια πόλωσης της κεραίας λήψης



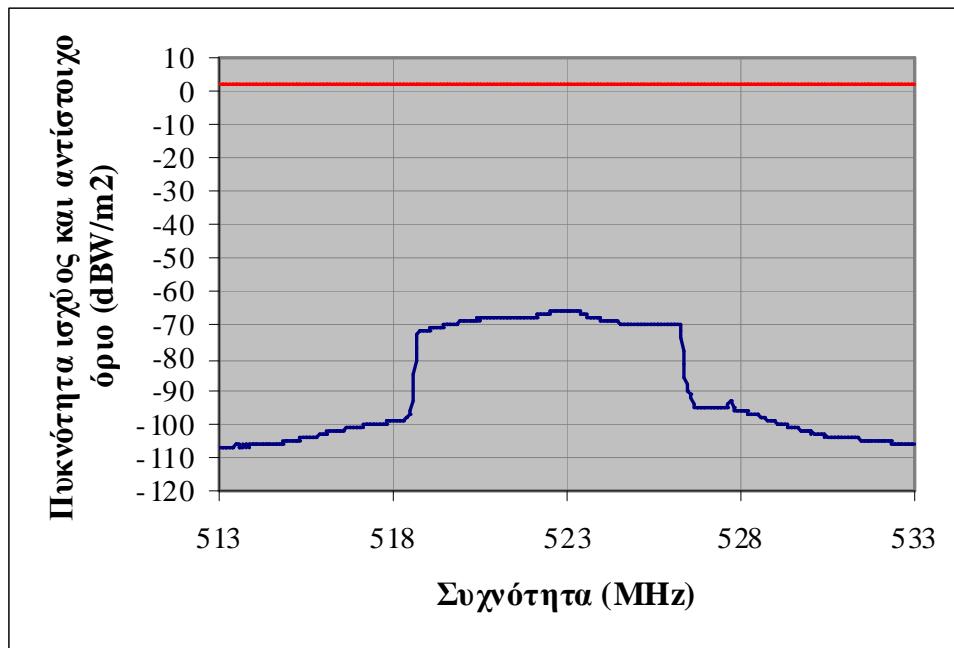
Εικόνα 15 : Πρόσωση Αναλυτή Φάσματος κατά την λήψη της 1^{ης} μέτρησης

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η πυκνότητα ισχύος σε DBW/m² στην είσοδο του συστήματος μέτρησης σε σχέση με τα μέγιστα επιτρεπτά όριο στην ζώνη συχνοτήτων της μέτρησης

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

για την 1^η μέτρηση και στον πίνακα 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων της μέτρησης αυτής

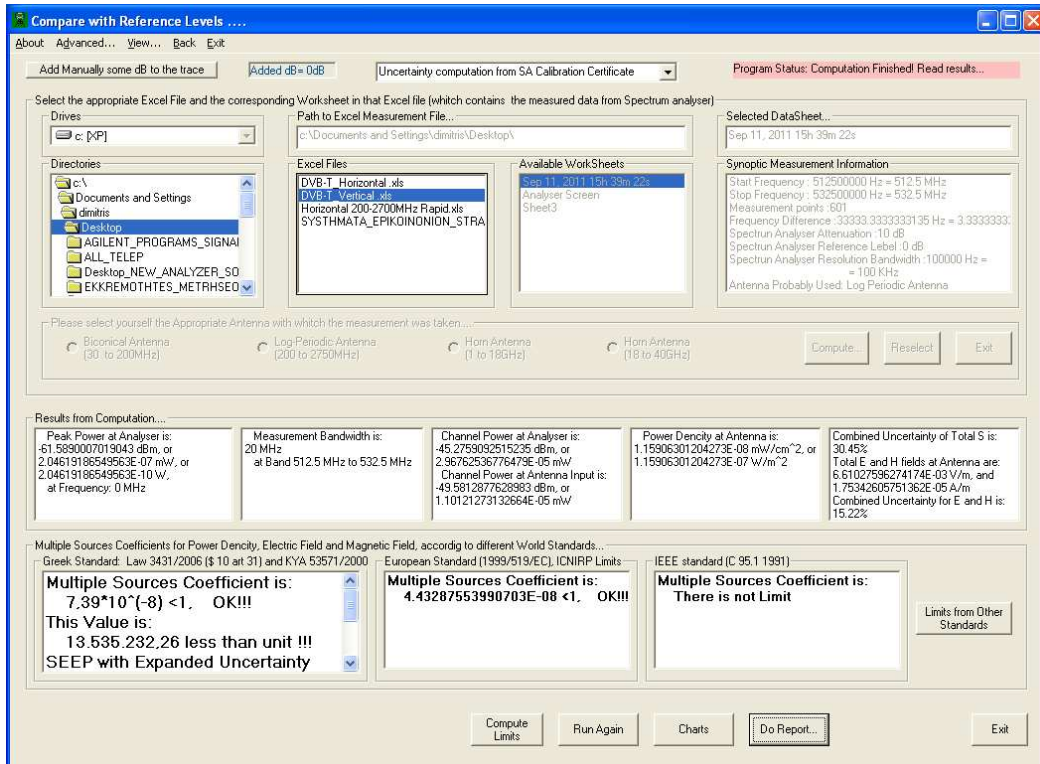


Εικόνα 16 : Πυκνότητα ισχύος (DBW/m²) στην είσοδο της κεραίας λήψης για την 1^η μέτρηση (--- γραμμη ορίου)

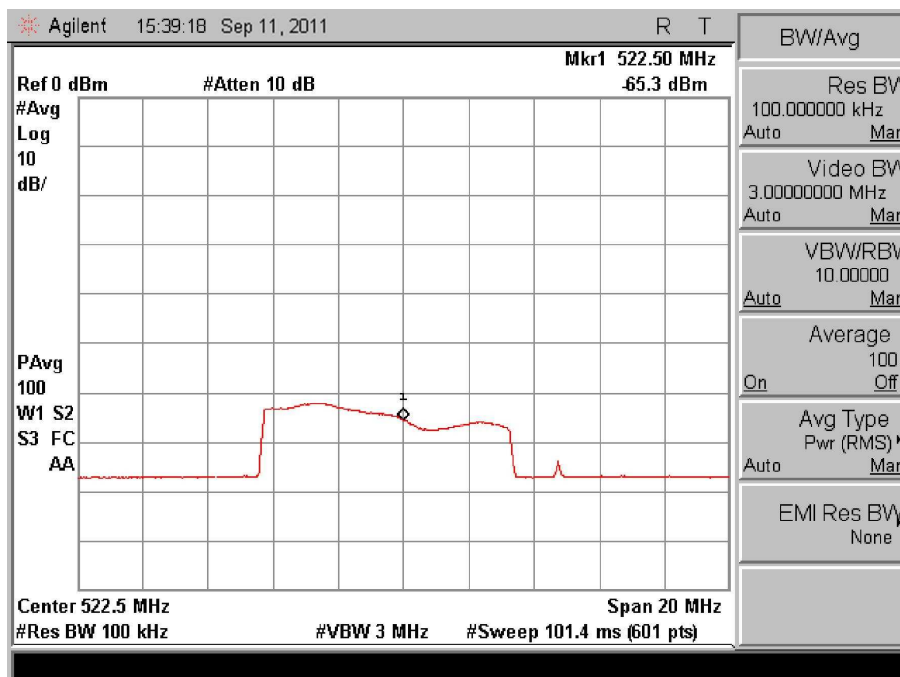
Εύρος ζώνης μέτρησης	20 MHz
Συχνοτική ζώνη	512.5 - 532.5 MHz
Μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας λήψης	-46,04 dBm
Συχνότητα μεγίστου	522,43 MHz
Συνολική ισχύς στην είσοδο της κεραίας λήψης	$3,31 \cdot 10^{-3}$ mW
Συνολική πυκνότητα ισχύος στην θέση της κεραίας λήψης	$3,49 \cdot 10^{-5}$ W/m²
Μερικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών	$2,22 \cdot 10^{-5}$
Διευρυμένη αβεβαιότητα στον συντελεστή έκθεσης πολλαπλών πηγών με επίπεδο εμπιστοσύνης 95.45%	$\pm 8,70 \cdot 10^{-7}$
Συντελεστής έκθεσης πολλαπλών συμπεριλαμβανομένης της αβεβαιότητας του (μέγιστη εκτιμώμενη τιμή)	$2,31 \cdot 10^{-5}$
Φορές κάτω από τα θεσπισμένα επίπεδα αναφοράς	43.318,80

Πίνακας 8 : Συνοπτικός πίνακας βασικών μεγεθών για την 1^η μέτρηση

8.2.3 Μέτρηση 2η: Λήψη μέτρησης από 512.5MHz ως 532.5MHz με προσανατολισμό της κεραίας λήψης κατακόρυφο



Εικόνα 17 : Επεξεργασία μέτρησης για κατακόρυφη πόλωση της κεραίας λήψης



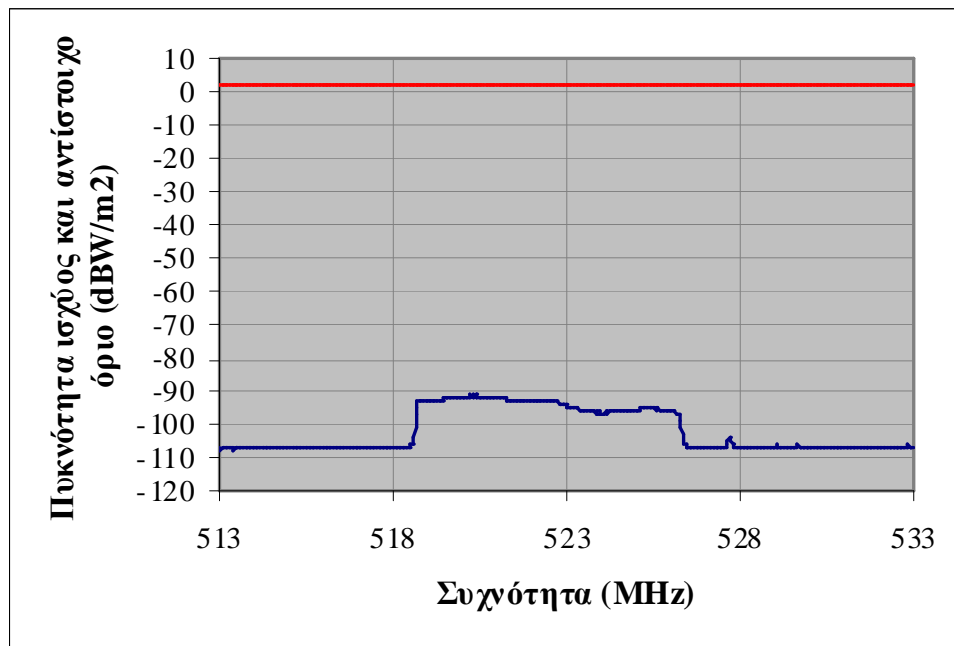
Εικόνα 18 : Πρόσωση Αναλυτή Φάσματος κατά την λήψη της 2ης μέτρησης

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η πυκνότητα ισχύος σε DBW/m² στην είσοδο του συστήματος μέτρησης σε σχέση με τα μέγιστα επιτρεπτά όριο στην ζώνη συχνοτήτων της μέτρησης

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

για την 2^η μέτρηση και στον πίνακα 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων της μέτρησης αυτής



Εικόνα 19 : Πυκνότητα ισχύος (DBW/m²) στην είσοδο της κεραίας λήψης για την 2^η μέτρηση (— γραμμή ορίου)

Εύρος ζώνης μέτρησης	20 MHz
Συχνοτική ζώνη	512.5 - 532.5 MHz
Μέγιστη ισχύς στην είσοδο της κεραίας λήψης	-71,17 dBm
Συχνότητα μεγίστου	519,83 MHz
Συνολική ισχύς στην είσοδο της κεραίας λήψης	$1,10 \cdot 10^{-5}$ mW
Συνολική πυκνότητα ισχύος στην θέση της κεραίας λήψης	$1,16 \cdot 10^{-7}$ W/m ²
Μερικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών	$7,39 \cdot 10^{-8}$
Διευρυμένη αβεβαιότητα στον συντελεστή έκθεσης πολλαπλών πηγών με επίπεδο εμπιστοσύνης 95.45%	$\pm 2,87 \cdot 10^{-9}$
Συντελεστής έκθεσης πολλαπλών συμπεριλαμβανομένης της αβεβαιότητας του (μέγιστη εκτιμώμενη τιμή)	$7,68 \cdot 10^{-8}$
Φορές κάτω από τα θεσπισμένα επίπεδα αναφοράς	13.029.091,78

Πίνακας 9 : Συνοπτικός πίνακας βασικών μεγεθών για την 2^η μέτρηση

8.2.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα και από τις δύο μετρήσεις

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T

Δανειλλάκη Ειρήνη AM: 2384

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα και για τις δύο μετρήσεις. Τα αποτελέσματα έχουν εξαχθεί σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στα κεφάλαια 4 και 5. Οι υπολογισμοί βασίζονται:

1. Για τον υπολογισμό των αβεβαιοτήτων στην δημοσίευση:
D. Stratakis, A. Miaoudakis, T. Xenos and V. Zacharopoulos, "Overall Uncertainty Estimation in Multiple Narrowband in Situ Electromagnetic Field Measurements", IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol.58, no. 8, pp. 2767-2779, August 2009 [18].
2. Για την εξαγωγή του συντελεστή έκθεσης πολλαπλών πηγών μέσω κατευθυντικών μετρήσεων στενής ζώνης, στην δημοσίευση:
D. Stratakis, A. Miaoudakis, T. Xenos and V. Zacharopoulos: "Electromagnetic Exposure Compliance Estimation Using Narrowband Directional Measurements", Radiation Protection Dosimetry, Vol 130, no.3, pp. 331-336, doi:10.1093/rpd/ncn002, Feb., 2008 [22].

α/α	Τιμές μερικών συντελεστών έκθεσης πολλαπλών πηγών για κάθε μέτρηση (κανονικοποιημένα πηλικά έκθεσης) ως προς τα προβλεπόμενα επίπεδα αναφοράς (όρια) της κείμενης Ελληνικής Νομοθεσίας που καθορίζονται από το άρθρο 31 παράγραφος 10 του Ν. 3431/2006 και την Εγκύκλιο της ΕΕΑΕ υπ' αριθμόν Α.Π. Π/105/014 της 12-01-2007 (αναφέρονται στον περιορισμό του 60% των τιμών που καθορίζονται στα άρθρα 2-4 της Κ.Υ.Α. 53571/3839/109-2000)				
	Συχνотική περιοχή (MHz) και πόλωση κεραίας λήψης (ο) = οριζόντια (κ) = κατακόρυφη	Μετρούμενη τιμή	Αβεβαιότητα Μέτρησης	Συνολική μέγιστη τιμή	Φορές που ο μερικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών συνυπολογισμένης της αβεβαιότητας του είναι κάτω από την μονάδα
1	512.5 - 532.5 (ο)	$2,22 \cdot 10^{-5}$	$\pm 8,70 \cdot 10^{-7}$	$2,31 \cdot 10^{-5}$	43.318,80
2	512.5 - 532.5 (κ)	$7,39 \cdot 10^{-8}$	$\pm 2,87 \cdot 10^{-9}$	$7,68 \cdot 10^{-8}$	13.029.091,78

Πίνακας 10 : Συγκεντρωτικός πίνακας μερικών συντελεστών έκθεσης πολλαπλών πηγών για τις μετρήσεις

Συνολική προκύπτουσα τιμή από τις μετρήσεις	Συνολική διευρυμένη αβεβαιότητα μετρήσεων	Μέγιστη τιμή	Φορές που ο συνολικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών μαζί με την συνολική διευρυμένη αβεβαιότητα του είναι κάτω από την μονάδα
$2,23 \cdot 10^{-5}$	$\pm 8,70 \cdot 10^{-7}$	$2,32 \cdot 10^{-5}$	43.180,59

Πίνακας 11 : Συνολικός συντελεστής έκθεσης πολλαπλών πηγών

8.3 Συμπεράσματα

Από τις μετρήσεις που διενεργήθηκαν για τον σκοπό της παρούσας εργασίας για σήμα τύπου DVB-T, προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν υπερβαίνονται τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης. Σε κάθε περίπτωση όμως για την αποφυγή των επιπτώσεων από την έκθεση σε πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων απαιτείται:

Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

- Συνυπολογισμός και των πεδίων που προέρχονται και από άλλες πηγές ,
- Εκτεταμένη και πληρέστερη έρευνα,
- Τήρηση αυστηρού Νομικού πλαισίου θεσμοθετημένων ορίων,
- Συνεχής αναπροσαρμογή και ενδεχομένως αναθεώρηση των ορίων αυτών,
- Συνετής Αποφυγή, (ALARA),
- Πρόληψη και λήψη κατάλληλων και αναγκαίων μέτρων,
- Αποφυγή πανικού και παραπληροφόρησης, και
- Μετρήσεις από αρμόδιους φορείς όπου υπάρχουν ενδείξεις οι φόβοι ότι ενδέχεται να υπάρχει υπέρβαση των ορίων

8.4 Μελλοντικές Εργασίες και Επεκτάσεις

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ο τρόπος μέτρησης και αξιολόγησης σημάτων από σταθμούς βάσης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης DVB-T). Λόγω της φύσης των σημάτων αυτών (ψηφιακά σήματα) υιοθετήθηκε η μέθοδος Channel Power και επιλέχθηκαν ρυθμίσεις κατάλληλες για τις διάφορες παραμέτρους του αναλυτή φάσματος.

Περαιτέρω μελέτη, επέκταση και εφαρμογή των παραπάνω και σε άλλα σήματα παρόμοιας υφής (DAB, WiFi, WiMAX, LTE κλπ) αποτελεί αντικείμενο έρευνας από την διεθνή επιστημονική κοινότητα, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο ακριβής καθορισμός της έκθεσης του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία καθίσταται ολοένα και πιο σημαντικός λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης που γνωρίζουν τα ασύρματα συστήματα επικοινωνιών τα τελευταία χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. http://el.wikipedia.org/wiki/Επίγεια_ψηφιακή_τηλεόραση
- [2]. ETSI EN 300 744 V1.5.1 (2004-06), “Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television”, ETSI, 2004.
Available:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300700_300799/300744/01.05.01_40/en_300744v010501o.pdf
- [3]. EU Council, “Council Recommendation of July 12 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (from 0 Hz to 300 GHz)”, 1999/519/CE, Official Journal of the European Communities L 199/59, 1999.
- [4]. ΚΥΑ 3060(ΦΟΡ) 238, “Μέτρα προφύλαξης του κοινού από την λειτουργία διατάξεων εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων”, ΦΕΚ 512Β’/25-04-2002.
- [5]. Κ.Υ.Α. 53571/3839/109-2000, “Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά”, ΦΕΚ Β’ 1105/6-9-2000.
- [6]. Νόμος 3431, “Περί Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και άλλες διατάξεις”, ΦΕΚ Α’ 13/3-2-2006.
- [7]. ΕΕΑΕ, “Εγκύκλιος της ΕΕΑΕ για τον καθορισμό ορίων ασφαλούς έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο περιβάλλον σταθμών κεραιών σε εφαρμογή του Ν.3431/2006 ΦΕΚ 13/Α/13-02-2006”, 12.01.2007, Α.Π. Π/105/014.
- [8]. Angrisani L., Capriglione D., Ferrigno L. and Miele G., “Power Measurements in DVB-T Systems: New Proposal for Enhancing Reliability and Repeatability”, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 57, no. 10, Oct. 2008.
- [9]. Bornkessel C. and Wuschek M., “Exposure Measurements of Modern Digital Broadband Radio Services”, German Microwave Conference - GeMiC 2006, Karlsruhe, Germany, Mar. 2006.
- [10]. Digital Video Broadcasting (DVB): Measurement Guidelines for DVB Systems, ETSI TR 101 290, May 2001.
- [11]. M. Bertocco and A. Sona, “On the power measurement via a spectrum analyzer,” in Proc. IMTC, Como, Italy, May 18–20, 2004, pp. 958–963.
- [12]. Στρατάκης Δημήτριος, Διδακτορική Διατριβή, “ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ”, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., Δεκέμβριος 2010.
- [13]. Agilent Application Note 1303, “Spectrum Analyzer Measurements and Noise”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: 5966-4008E, USA, Feb. 2003. Available: <http://www.agilent.com>
- [14]. Rohde & Schwarz Application Note 1EF41, “Measurement of Adjacent Channel Leakage Power on 3GPP W-CDMA Signals with the FSP, Rohde & Schwarz, 2001. Available: <http://www.rohde-schwarz.com>
- [15]. Agilent Technologies, “Comparing Power Measurements on Digitally Modulated Signals”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: 5968-2602E, USA, 2000. Available: <http://www.agilent.com>
- [16]. Agilent Application Note 150, “Spectrum Analysis Basics”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: 5952-0292, USA, Aug. 2006. Available: <http://www.agilent.com>
- [17]. Balanis C. A., Antenna Theory Analysis and Design, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Apr. 2005.
- [18]. Stratakis D., Miaoudakis A., Xenos T. and Zacharopoulos V., “Overall Uncertainty Estimation in Multiple Narrowband in Situ Electromagnetic Field Measurements”, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 58, no. 8, pp. 2767-2779, Aug. 2009.
- [19]. Stratakis D., Xenos T., Yioultis T., Zacharopoulos V., Farsaris N., Zacharopoulou I. and Katsidis C., “Automation in Electromagnetic Field Measurements”, Proceedings of 2nd Interna-

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

- tional Conference in Telecommunications and Multimedia, Heraklion, Crete, Greece, Jul., 2006.
- [20]. IEEE Std C95.3 2002, “IEEE recommended practice for measurements and computations of radio frequency electromagnetic fields with respect to human exposure to such fields, 100kHz-300GHz”, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Dec. 2002.
- [21]. CENELEC EN 50166-2, “Human exposure to electromagnetic fields. High frequency (10 kHz to 300 GHz)”, CENELEC, Jan. 1995.
- [22]. Stratakis D., Miaoudakis A., Xenos T. and Zacharopoulos V., “Electromagnetic Exposure Compliance Estimation Using Narrowband Directional Measurements”, Radiation Protection Dosimetry, Vol. 130, no. 3, pp. 331-336, Feb. 2008.
- [23]. Stratakis D., Miaoudakis A., Farsaris N., Xenos T. and Zacharopoulos V., “Estimation of a partial transmitter contribution to the total electromagnetic field exposure, in a multi-transmitter environment”, WSEAS Transactions on communications, Vol. 6, no. 5, pp. 675-683, May 2007.
- [24]. ISO, Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM), 1st Ed., 1995.
- [25]. UKAS, “M3003, The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement”, 2nd ed., UKAS, Jan. 2007. Available: <http://www.ukas.com>
- [26]. UKAS, “LAB34, The Expression of Uncertainty in EMC Testing”, 1st ed., UKAS, Aug. 2002. Available: <http://www.ukas.com>
- [27]. EURACHEM/CITAC Guide CG4, “Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement”, 2nd ed., 2000. Available: <http://www.eurachem.org>
- [28]. ICNIRP, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (Up to 300GHz)”, Health Physics, Vol. 74, no. 4, Apr. 1998.
- [29]. SCPI Consortium, “Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), Volume 1: Syntax and Style”, USA, May 1999.
- [30]. Agilent Technologies, “Measurement Guide and Programming Examples, PSA and ESA Series Spectrum Analyzers”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: E4401-90482, USA, Apr. 2004. Available: <http://www.agilent.com>
- [31]. Agilent Technologies, “User’s/Programmer’s Reference, Volume 1, Core Spectrum Analyzer Functions, ESA Series Spectrum Analyzers”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: E4401-90507, USA, Dec. 2006. Available: <http://www.agilent.com>
- [32]. Agilent Technologies, “User’s and Programmer’s Reference, Volume 2, One-Button Power Measurements, PSA and ESA Series Spectrum Analyzers”, Agilent Technologies Inc., Manufacturing Part Number: E4440-90618, USA, Jun. 2008. Available: <http://www.agilent.com>
- [33]. Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων (Ε.Π.Π.), Εργαστήριο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών (Ε.Μ.Ι.Α.), Τ.Ε.Ι. Κρήτης, “Πρωτόκολλο μετρήσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην περιοχή των RF συχνοτήτων από 30MHz ως 26.5GHz”, Ηράκλειο 2010.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Περίληψη

Η οικογένεια προτύπων DVB (Digital Video Broadcasting) αναπτύχθηκε για να προσφέρει υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης εκμεταλλευόμενη ένα ευρύ φάσμα μέσων διανομής, δορυφορικών, καλωδιακών και επίγειων. Με την ραγδαία όμως ανάπτυξη και των υπολοίπων ασύρματων επικοινωνιών τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει μείζον και το ζήτημα των επιπτώσεων που έχουν τα συστήματα αυτά στην ανθρώπινη υγεία.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση των τρόπων με τους οποίους μπορούμε να εκτιμήσουμε την έκθεση από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης (Digital Video Broadcasting — Terrestrial, DVB-T). Η ραγδαία ανάπτυξη των σταθμών βάσης επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης έχει δημιουργήσει την ανάγκη ανάπτυξης νέων μεθοδολογιών μέτρησης, γεγονός το οποίο αποτέλεσε και κίνητρο για την διεξαγωγή αυτής της εργασίας.

Η δομή της εργασίας είναι τέτοια που να εισάγει σταδιακά τον αναγνώστη στο αντικείμενο της και παρέχει τις πληροφορίες εκείνες που είναι απαραίτητες για την προσέγγιση του θέματος στα πλαίσια ανάπτυξης μιας πτυχιακής εργασίας. Χωρίζεται σε οκτώ κεφάλαια και ακολουθείται από την βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε καθώς και δύο παραρτήματα.

Το κεφάλαιο 1 αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας πτυχιακής. Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθεται μια σύντομη περίληψη για τον στόχο και τον σκοπό της καθώς και για τη δομή της.

Στο κεφάλαιο 2 παρατίθεται μια μικρή εισαγωγή στα πρότυπα DVB (Digital Video Broadcasting). Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται τα DVB-T πρότυπα (των οποίων η μέτρηση των λαμβανόμενων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και η σύγκριση τους με τις τιμές των μέγιστων επιτρεπτών ορίων αποτελεί το αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας) καθώς και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετάδοση και η λήψη τους.

Στο κεφάλαιο 3 παρατίθενται οι κανονισμοί που αφορούν την έκθεση του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία με βάση Διεθνή πρότυπα, αλλά και την κείμενη Ελληνική Νομοθεσία. Οι τιμές των μέγιστων επιτρεπτών ορίων που απορρέουν από την κείμενη Ελληνική νομοθεσία χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της έκθεσης από σήμα DVB-T που μετρήθηκε στο πειραματικό μέρος της παρούσας πτυχιακής.

Στο κεφάλαιο 4 αναφέρονται μεθοδολογίες μέτρησης σημάτων DVB-T και αναλύεται η μέθοδος Channel Power που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ισχύος σήματος DVB-T στην παρούσα πτυχιακή.

Στο κεφάλαιο 5 αναλύονται οι αβεβαιότητες που υφίστανται σε μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με όργανα στενής ζώνης και παρατίθεται ο τρόπος υπολογισμού των συνολικών αβεβαιοτήτων.

*Προσδιορισμός Έκθεσης από ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών βάσης ψηφιακής τηλεόρασης
DVB-T*

Δανελλάκη Ειρήνη AM: 2384

Στο κεφάλαιο 6 παρατίθενται οι εντολές προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο οργάνων μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα παρατίθενται οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές προγραμματισμού του αναλυτή φάσματος μέσω του προτύπου SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments – SCPI*).

Στο κεφάλαιο 7 που αποτελεί και το πρώτο κεφάλαιο του πειραματικού μέρους της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε κατά τις μετρήσεις καθώς και η μεθοδολογία των μετρήσεων που ακολουθήθηκε

Στο κεφάλαιο 8 παρατίθενται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτές. Αναφέρονται τα συμπεράσματα καθώς και θέματα για να επεκταθεί περαιτέρω η παρούσα πτυχιακή.

Τέλος στο παράρτημα 1 δίνεται μια περίληψη της πτυχιακής και στο παράρτημα 2 παρατίθενται οι διαφάνειες από την παρουσίαση της.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Διαφάνειες παρουσίασης της πτυχιακής