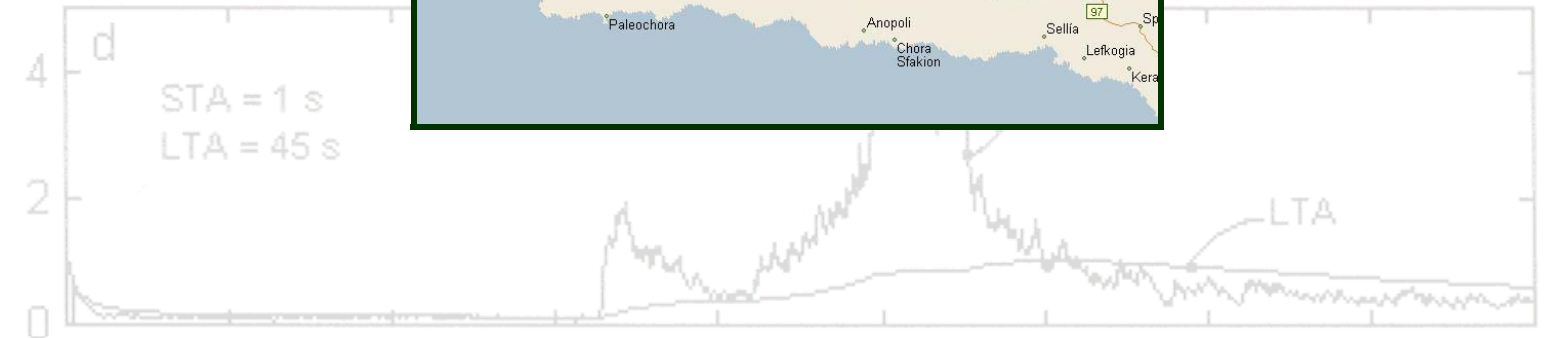




ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΧΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΟΡΗΤΟΥ

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (MARS-88/FD) - ΔΟΜΗΣΗ ΒΑΣΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Χανιά 2003

διπλωματική εργασία
Καλησπέρη Δέσποινα

Αντί ευχαριστιών...

Είθισται στην αρχή κάθε πτυχιακής εργασίας να διαβάζει κανείς ευχαριστίες σε γονείς, συγγενείς, φίλους, καθηγητές κτλ κτλ, για την αμέριστη συμπαράσταση που τους προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια, για την εμπιστοσύνη τους και φυσικά τη βοήθεια τους...

Όσο θυμάμαι τον εαυτό μου να διαβάζει εισαγωγές, πάντα απέφευγα αυτή την παράγραφο, διότι το θεωρούσα κάτι τελείως περιττό και αυτονόητο. Εξάλλου χάνει το νόημα να ευχαριστείς δέκα ανθρώπους, επειδή βρίσκεις απλά την ευκαιρία.

Αν αναφέρω το όνομα του καθηγητή **Γιάννη Μακρή** είναι, όχι γιατί απλά μου συμπαραστάθηκε, με εμπιστεύτηκε ή με βοήθησε, απλά διότι κανείς από εσάς δεν θα κρατούσε τώρα αυτό το εγχειρίδιο..!

Σπουδάστρια :

Καλησπέρη Δέσποινα

Εισηγητής :

Μακρής Ιωάννης

Επιτροπή Εξέτασης :

**Βαλλιανάτος Φίλιππος
Σουπιός Παντελής**

-ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ-

1.	Εισαγωγή	1
1.1.	Σεισμικότητα Ελληνικού χώρου	1
1.2.	Εισαγωγή στη γεωλογία της Κρήτης	2
1.2.1.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ	2
1.2.1.1.	Αλπικά και Προ-αλπικά πετρώματα	4
1.2.1.2.	Μετά-αλπικά πετρώματα	7
1.2.2.	ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	9
1.2.2.1.	Αλπική τεκτονική	9
1.2.2.2.	Μετα-αλπική τεκτονική	11
1.2.3.	ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ	13
1.2.3.1.	Αλπική περίοδος	13
1.2.3.2.	Νεογενές	14
1.2.3.3.	Τεταρτογενές	16
1.3.	Διερεύνηση Γεωτεκτονικού Περιβάλλοντος & Σεισμικότητας της Κρήτης - Σεισμοτεκτονική Ανάλυση	19
2.	Σεισμολογικά Όργανα	21
2.1.	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ	22
2.2.	ΤΟ ΣΕΙΣΜΟΜΕΤΡΟ ΣΑΝ ΑΡΜΟΝΙΚΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ	25
2.2.1.	Γενικά χαρακτηριστικά των σεισμομέτρων	28
2.2.2.	Το σεισμόμετρο ηλεκτρομαγνητικού τύπου	29
2.3.	ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ	32
2.4.	ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ	36
2.4.1.	Το σύστημα σεισμικού φωρατού	36
2.4.2.	Η μονάδα ενίσχυσης	36
2.4.3.	Η μονάδα χρονισμού	41
2.4.4.	Η μονάδα καταγραφής	42
2.4.5.	Το σύστημα μετάδοσης των σεισμολογικών στοιχείων	45
2.5.	ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ - ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΛΑΔΟ	47
3.	Τοπικό Σεισμολογικό Δίκτυο Δυτικής Κρήτης - Αυτόνομος Σεισμολογικός Σταθμός	52
3.1.	Εισαγωγή	52
3.2.	Mars88/FD: Σύστημα Συλλογής Σεισμολογικών Δεδομένων	56
3.2.1.	Γενικές Πληροφορίες	56
3.2.1.1.	Εισαγωγή	56
3.2.1.2.	Γενική Περιγραφή Οργάνου	57
3.2.1.3.	Παρελκόμενα	58
3.2.1.4.	Αναγνώριση οργάνου (Instrument identification)	59
3.2.2.	Εγκατάσταση	60

3.2.2.1.	Εισαγωγή	60
3.2.2.2.	Αρχική Εξέταση (Initial inspection)	60
3.2.2.3.	Παροχή συνεχούς ρεύματος (DC Power)	60
3.2.2.4.	Περιβάλλον Λειτουργίας	60
3.2.2.5.	Αποθήκευση	61
3.2.2.6.	Μεταφορά	62
3.2.2.7.	Απαιτήσεις Εγκατάστασης	62
3.2.2.8.	Διασύνδεση (Interfacing)	63
3.2.2.8.1.	Τύποι Ακροδεκτών	63
3.2.2.8.2.	Ακροδέκτες Ρεύματος (Power Connector)	63
3.2.2.8.3.	Ακροδέκτης αισθητήρα (Sensor Connector)	64
3.2.2.8.3.1.	Επαφή βαθμονόμησης	64
3.2.2.8.3.2.	Τροφοδοσία Ενεργητικών Αισθητήρων (Active Sensor Supply)	64
3.2.2.8.4.	Ακροδέκτης εξωτερικού σήματος χρονισμού (EXT. TIME SIGNAL Connector)	64
3.2.2.8.5.	Ακροδέκτης Τερματικού (Terminal Connector)	64
3.2.2.8.6.	Ακροδέκτης Διέγερσης (Trigger Connector)	65
3.2.3.	Θεμελιώδεις Έννοιες	65
3.2.3.1.	Εισαγωγή	65
3.2.3.2.	Συντομεύσεις και άλλα ειδικά στοιχεία	65
3.2.3.3.	Measurement System (Σύστημα Μέτρησης)	66
3.2.3.4.	Timing System (σύστημα χρονισμού)	67
3.2.3.5.	Προϋποθέσεις για έναρξη της διαδικασίας Απόκτησης Δεδομένων (starting data acquisition)	67
3.2.3.6.	Προϋποθέσεις για τερματισμό του Συστήματος Απόκτησης Δεδομένων (terminating data acquisition)	68
3.2.3.7.	Προσωρινή αναστολή της απόκτησης δεδομένων (temporary suspension of data acquisition)	69
3.2.3.8.	Σύστημα Διέγερσης (Triggering System)	69
3.2.3.8.1.	ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ STA/LTA	69
A)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	69
B)	ΣΚΟΠΟΣ	71
C)	ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	71
D)	ΠΩΣ ΡΥΘΜΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ STA/LTA	74
E)	ΠΩΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΡΥΘΜΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	86
F)	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ	94
3.2.3.8.2.	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ IN/OUT	95
3.2.3.8.3.	Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΤΩΣΗΣ (COINCIDENCE MECHANISM)	95

3.2.3.9.	ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΔΕΙΕΣ (LOGIN LEVEL AND PERMISSIONS)	95
3.2.4.	Λειτουργική Αναφορά	96
3.2.4.1.	Εισαγωγή	96
3.2.4.2.	Διάταξη Πρόσοψης (front panel layout)	96
3.2.4.3.	Κομβία ελέγχου και διακόπτες πρόσοψης	97
3.2.4.4.	Δείκτες Πρόσοψης	98
3.2.4.4.1.	Δείκτης προσωρινής παύσης (indicator timeout)	100
3.2.4.5.	Διαδικασία Εκκίνησης (power-up)	100
3.2.4.6.	Διαδικασία Τερματισμού (power-down)	101
3.2.4.7.	Αυτοέλεγχοι κατά την εκκίνηση	101
3.2.5.	Συγκρότηση του οργάνου (setting up the instrument)	102
3.2.5.1.	Εισαγωγή	102
3.2.5.2.	Ειδική Σημειογραφία (Special Notation)	102
3.2.5.3.	Παράμετροι	103
3.2.5.4.	Το σύστημα του μενού της κονσόλας (console menu system)	104
3.2.5.4.1.	Ήχος πλήκτρου / Αυτόματη επανάληψη	104
3.2.5.4.2.	Λογική οθόνη (logical display)	104
3.2.5.4.3.	Menu Modes	105
3.2.5.4.4.	View Mode	105
3.2.5.4.5.	Setting Mode	106
3.2.5.4.6.	Οθόνη προσωρινής παύσης (Display timeout)	107
3.2.5.4.7.	Μηνύματα σφαλμάτων στην κονσόλα (Console error messages)	107
3.2.5.5.	Το τερματικό περιβάλλον (terminal shell)	108
3.2.5.5.1.	Κατάσταση οθόνης (Status Display)	108
3.2.5.5.2.	Shell Prompt (Σημείο εισαγωγής τερματικού περιβάλλοντος)	110
3.2.5.5.3.	Βοήθεια	110
3.2.5.5.4.	Γενικοί κανόνες σύνταξης των εντολών (syntax rules)	111
3.2.5.6.	Περιγραφή των εντολών	111
3.2.5.6.1.	Αλφαβητική λίστα όλων των εντολών	111
3.2.5.6.2.	Εντολές Configuration	115
3.2.5.6.3.	Εντολές συστήματος ρύθμισης χρόνου (Timing System Commands)	119
3.2.5.6.4.	Εντολές Διέγερσης (Trigger Commands)	124
3.2.5.6.5.	Εντολές Φίλτρου Διέγερσης (Trigger Filter Commands)	128
3.2.5.6.6.	Εντολές Σύμπτωσης (COINCIDENCE Commands)	130
3.2.5.6.7.	Εντολές Πρόσβασης (LOGIN Commands)	133
3.2.5.6.8.	Εντολές Αναγνώρισης (Identification Commands)	135
3.2.5.6.9.	Διάφορου Είδους Εντολές (Miscellaneous Commands)	136
3.2.5.6.10.	Εντολές στην κατάσταση service (Service Mode Commands)	138
3.2.5.6.11.	Εντολές I/O (Floppy Disk Commands)	141
3.2.6.	Σύστημα Δισκετών (Floppy Disk System)	145

3.2.6.1.	Εισαγωγή Δισκέτας	145
3.2.6.2.	Εξαγωγή Δισκέτας	145
3.2.6.3.	Το πλήκτρο "FLUSH"	146
3.2.6.4.	Το σύστημα αρχείων της δισκέτας	146
3.2.6.5.	Ενεργός οδηγός (active drive)	147
3.2.6.6.	Αρχεία εγκατάστασης (setup files)	147
3.2.6.7.	FDH: Αρχές λειτουργίας του διαχειριστή δισκέτας	148
3.2.6.8.	Χωρητικότητα δεδομένων	148
3.2.6.9.	Αλλοίωση δεδομένων	149
3.2.6.10.	Μηνύματα γραμμής κατάστασης από το σύστημα δισκετών	149
3.2.7.	Κατασκευή δεδομένων	150
3.2.7.1.	Blocks δεδομένων	150
3.2.7.2.	Διάφοροι τύποι blocks	151
3.2.7.3.	Εγκατάσταση και δημιουργία blocks	151
3.2.7.4.	Διαγραφή setup blocks	152
3.2.7.5.	Διαμόρφωση block δεδομένων	153
3.2.7.5.1.	Η επικεφαλίδα του block δεδομένων	153
3.2.7.5.2.	Format δυαδικών δεδομένων	154
3.2.7.6.	Monitor Block Format	155
3.2.7.7.	Setup Block Format	155
3.2.8.	Παράρτημα	156
3.2.8.1.	Εσωτερικά σφάλματα	156
3.2.8.1.1.	User interface errors (0x03..)	157
3.2.8.1.2.	DSP (Digital Signal Processor) μηνύματα σφάλματος (0x3...)	158
3.2.8.1.3.	Σφάλματα του συστήματος λειτουργίας (0x01...)	160
3.2.8.1.4.	Σφάλματα του συστήματος αρχείων (0x42...)	162
3.2.8.1.5.	Σφάλματα του οδηγού δισκέτας (0x44...)	162
3.2.8.2.	Πίνακας STA & LTA σταθερά 'C' σε σύγκριση με την συχνότητα	163
3.2.8.3.	Ρύθμιση του χρόνου χειροκίνητα	166
3.2.8.3.1.	Εισαγωγή	166
3.2.8.3.2.	Ρύθμιση χρόνου σε σύγκριση με τον συγχρονισμό	166
3.2.8.3.3.	Ρυθμίσεις sync_mode	166
3.2.8.3.4.	Προτεινόμενη μέθοδος για την ρύθμιση του πραγματικού χρόνου	167
3.2.8.3.5.	Εναλλακτική μέθοδος	167
3.2.8.4.	Χωρητικότητα εγγραφής στην δισκέτα	168
3.2.8.4.1.	Πίνακας	168
3.2.8.4.2.	Αποκλίσεις στην χωρητικότητα εγγραφής	168
3.2.8.5.	Πως λειτουργεί το εσωτερικό ρολόι	169
3.2.8.5.1.	Ρύθμιση χρόνου	169
3.2.8.5.2.	Συγχρονισμός	169

3.2.8.5.3.	Παράμετροι ρολογιού	170
3.2.8.5.4.	Τι πρέπει να γίνει στην περίπτωση λήψης μικρού σήματος χρόνου	171
3.2.8.6.	Binary data Format	173
3.2.8.6.1.	Ορολογία	173
3.2.8.6.2.	Data block	173
3.2.8.6.3.	Setup block	173
3.2.8.6.4.	Byte sex	174
3.2.8.6.5.	Data block header	174
3.2.8.6.6.	Data words	176
3.3.	Σεισμόμετρα Lennatz	179
3.3.1.	Πώς λειτουργούν τα σεισμόμετρα Lennatz	179
3.3.2.	LE-3D: 1Hz.....80Hz εύρος ζώνη	180
3.3.3.	Συνδετής	181
3.3.4.	Βαθμονόμηση	182
3.4.	Δέκτης κώδικα χρόνου GPS/DCF (GPS/DCF Time Code Receiver)	183
4.	Βάση Δεδομένων	185
4.1.	Εισαγωγή	185
4.2.	Σχεσιακό Μοντέλο	185
4.2.1.	SQL (Structure Query Language)	186
4.2.2.	Πρωτεύων Κλειδί (Primary Key)	187
4.2.3.	Σχεσιακοί Κανόνες (Relational Rules)	187
4.2.4.	Κανονικοποίηση (Normalization)	188
4.3.	Ιεραρχικό Μοντέλο (Hierarchical Model)	189
4.4.	Δικτυακό Μοντέλο (Network Model)	190
4.5.	Βάσεις Δεδομένων: Κύριες Λειτουργίες – Λόγοι για να τις χρησιμοποιήσουμε	192
4.5.1.	Κύριες Λειτουργίες	193
4.5.2.	Λόγοι για να αρχίσουμε να χρησιμοποιούμε μια βάση δεδομένων	193
4.6.	ACCESS: Συνοπτική Περιγραφή	194
4.6.1.	Χρήσεις της Microsoft Access	194
4.6.2.	Αντικείμενα Βάσεων Δεδομένων (Database Objects)	195
4.6.2.1.	Πίνακες	195
4.6.2.2.	Ερωτήματα	196
4.6.2.3.	Φόρμες	196
4.6.2.4.	Αναφορές	197
4.6.2.5.	Μακροεντολές – Προγραμματισμός χωρίς προγραμματισμό	197
4.6.2.6.	Access Basic	198
4.7.	Σημείο Έναρξης και Δημιουργία Βάσης Δεδομένων	198
4.8.	Ανάλυση και Σχεδίαση του Πληροφοριακού Συστήματος	201
4.8.1.	Εισαγωγή	201
4.8.2.	Πίνακες Δεδομένων (Tables)	201

4.8.2.1.	Επεξήγηση Πινάκων	201
4.8.2.1.1.	Πίνακας Seismol_Data	201
4.8.2.1.2.	Πίνακας Data_Network	204
4.8.3.	Ερωτήματα (Queries)	204
4.8.3.1.	Επεξήγηση Ερωτημάτων	205
4.8.3.1.1.	Ερώτημα "Depth"	205
4.8.3.1.2.	Ερώτημα "Date_Region"	207
4.8.3.1.3.	Ερώτημα "Date_Network"	208
4.8.4.	Αναφορές (Reports)	209
4.8.4.1.	Επεξήγηση Αναφορών	209
4.8.5.	Φόρμα (Form)	213
4.8.5.1.	Επεξήγηση φόρμας Switchboard	213
4.9.	Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος	215
4.9.1.	Κύρια Φόρμα Εφαρμογή	215
4.9.1.1.	Επίπεδο Network of Crete	216
4.9.1.2.	Επίπεδο Seismological Data	218
5.	Παρουσίαση Σεισμικότητας Κρήτης & Νότιου Τμήματος Ελληνικού Τόξου	220
6.	Θεωρία για ανάλυση των σεισμικών γεγονότων	222
6.1.	Διάδοση Σεισμικών Κυμάτων στο Εσωτερικό της Γης	222
6.2.	Προσδιορισμός του Εστιακού Βάθους Επιφανειακών Τοπικών Σεισμών	223
6.3.	Προσδιορισμός του Σεισμικού Μεγέθους	224
7.	Συμπεράσματα	229
8.	Βιβλιογραφία	230

1. Εισαγωγή

1.1. Σεισμικότητα Ελληνικού χώρου

Ο ελληνικός χώρος βρίσκεται στο όριο επαφής και σύγκλισης της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Για το λόγο αυτό, η ενεργός τεκτονική στο χώρο αυτό είναι έντονη, όπως εξάλλου δείχνει η μεγάλη σεισμικότητα, η παραμόρφωση των διαφόρων γεωλογικών ζωνών και τα ηφαιστειακά φαινόμενα που παρατηρούνται στην περιοχή.

Τα πιο εντυπωσιακά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης του χώρου αυτού είναι η "ελληνική τάφρος", το "ελληνικό τόξο" και η "λεκάνη του βορείου Αιγαίου".

Η ελληνική τάφρος αποτελείται από μια σειρά θαλάσσιων λεκανών που έχουν βάθη μέχρι 5 χλμ. Αυτή είναι παράλληλη προς το ελληνικό τόξο και περιλαμβάνει μικρότερες γραμμικές τάφρους, όπως είναι οι τάφροι του Πλινίου και του Στράβωνα νοτιοανατολικά της Κρήτης και η τάφρος του Ιονίου πελάγους.

Το ελληνικό τόξο αποτελείται από το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο, το οποίο συνδέει τις Δειναρικές Άλπεις με τις Τουρκικές Ταυρίδες διαμέσου των Ελληνίδων οροσειρών, των Ιονίων νήσων, της Κρήτης και της Ρόδου, και από το εσωτερικό ηφαιστειακό τόξο, το οποίο είναι παράλληλο προς το ιζηματογενές τόξο και βρίσκεται σε μια μέση απόσταση 120 χλμ. απ' αυτό.

Το ηφαιστειακό τόξο αποτελείται από διάφορα ηφαιστειακά νησιά, ανδρειακά ενεργά ηφαίστεια (Μέθανα, Σαντορίνη, Νίσυρος) και θειονίες. Μεταξύ του ιζηματογενούς και του ηφαιστειακού τόξου βρίσκεται η λεκάνη του Κρητικού πελάγους (λεκάνη νοτίου Αιγαίου), της οποίας το βάθος φθάνει τα 2000 μ. περίπου.

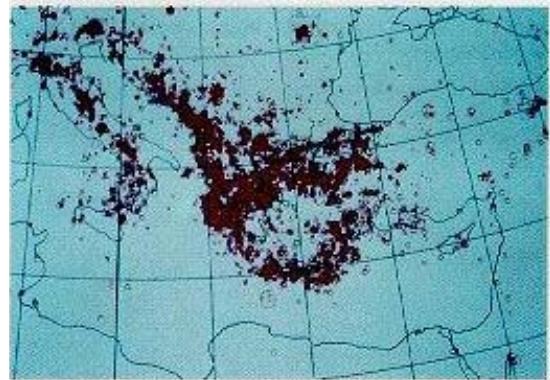
Η πιο ενδιαφέρουσα γεωμορφολογική δομή τεκτονικής προέλευσης στο βόρειο Αιγαίο είναι η τάφρος του βορείου Αιγαίου, με βάθος νερού μέχρι 1500 μ. περίπου. Επέκτασή της προς τα ΒΑ αποτελούν πιθανώς οι μικρές λεκάνες της θάλασσας του Μαρμαρά.

Η κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών (βάθος μικρότερο των 60 χλμ.) οριοθετεί διάφορες σεισμικές ζώνες. Η κυριότερη είναι αυτή που εκτείνεται κατά μήκος της εξωτερικής (κοίλης) πλευράς του ελληνικού τόξου, δηλαδή, ακτές δυτικής Ελλάδας, Ιόνια νησιά, ΝΔ Πελοπόννησος, νότια Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος. Άλλες σημαντικές ζώνες έχουν διεύθυνση Ανατολή - Δύση, όπως Β. Αιγαίου, Θεσσαλίας - Σποράδων, Πατραϊκού - Κορινθιακού, κλπ.

Οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (βάθη εστίας μεταξύ 70 και 180 χλμ.) είναι ιδιαίτερα επικίνδυνοι, γιατί προκαλούν βλάβες σε μεγάλες αποστάσεις κατά μήκος του Ελληνικού τόξου και οι περίοδοι των κυμάτων τους είναι σχετικά μεγάλες (1,5 sec).



Σχήμα 1: Κύρια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης Ελληνικού χώρου (<http://www.gein.noa.gr>)



Σχήμα 2: Χωρική κατανομή των ισχυρών σεισμών που συνέβησαν στον ελληνικό χώρο αυτό τον αιώνα (<http://www.gein.noa.gr>)

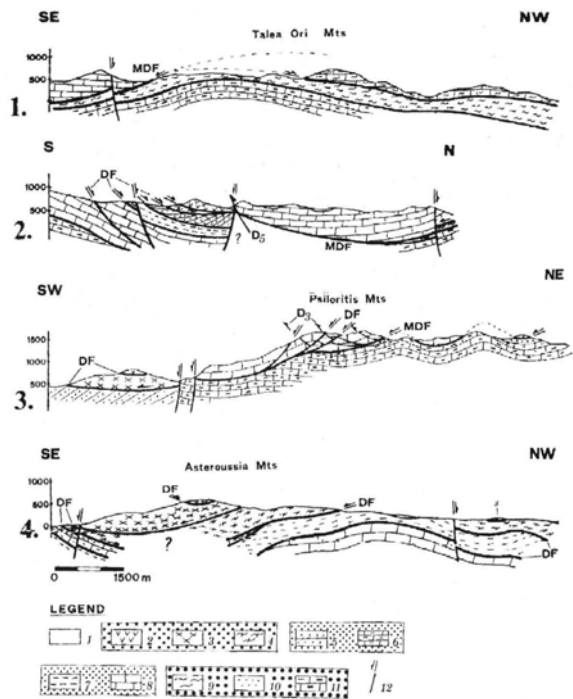
1.2. Εισαγωγή στη γεωλογία της Κρήτης

Η Κρήτη δεν φημίζεται μόνο για τις αρχαιότητες, τον πολιτισμό της και τη βιοποικιλότητά της αλλά και για τον εκπληκτικό γεωλογικό της πλούτο.

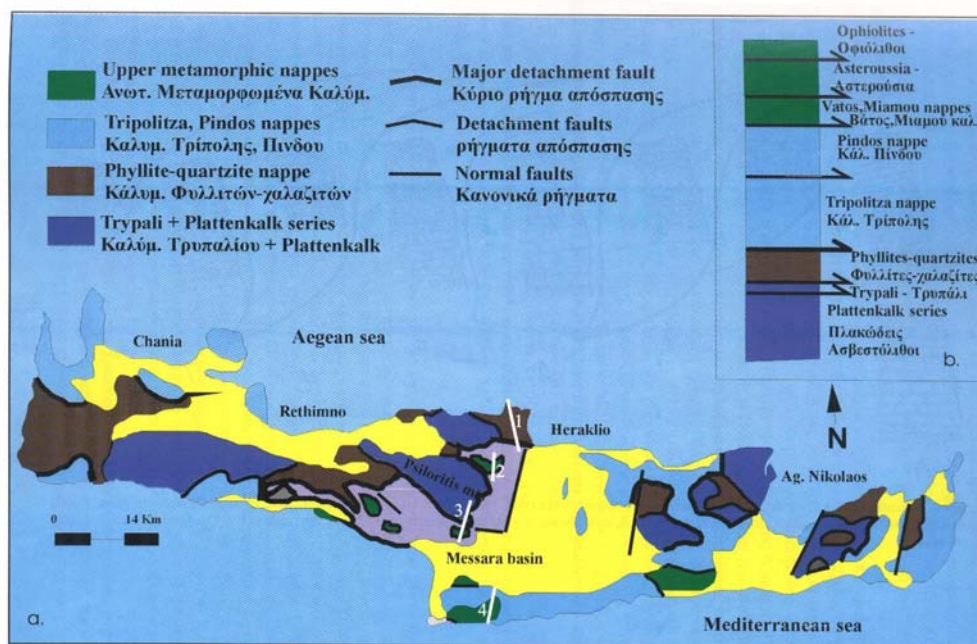
Πάνω στο νησί σχηματίζεται ένα πολύμορφο ανάγλυφο ως αποτέλεσμα της ενεργούς ορογενετικής διαδικασίας που προκαλείται από την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την ευρασιατική. Επιπλέον, η αναγνώριση πάνω στην Κρήτη δύο τουλάχιστον παλιότερων ορογενετικών διαδικασιών που έχουν αποτυπωθεί μέσα στα μεταμορφωμένα πετρώματα, επιτρέπει την ανάπλαση της γεωλογικής εξέλιξης ολόκληρου του Αιγαίου χώρου, από το Ηώκαινο μέχρι σήμερα.

Αυτό το κεφάλαιο έχει ως στόχο να προσφέρει μια συνοπτική και ταυτόχρονα τεκμηριωμένη εισαγωγή στη γεωλογία της Κρήτης. Έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι σύγχρονες απόψεις για τη γεωλογική και τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης, καθώς επίσης και η συσσωρευμένη, εδώ και ένα αιώνα, γνώση για την πετρολογία, στρωματογραφία και παλαιοντολογία της.

1.2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ



Σχήμα 4: Γεωλογικές τομές στην περιοχή της κεντρικής Κρήτης (Φασουλάς, 2000). Τα νούμερα υποδηλώνουν: 1. Νεογενή ιζήματα, 2. Οφιόλιθους, 3. καλ. Αστερουσιών, 4. καλ. Τεκτονικού melange, 5.,6. καλ. Πίνδου (φλύσχης και ανθρακικά), 7.,8. καλ. Τρίπολης (φλύσχης και ανθρακικά), 9. καλ. Φυλλιτών-χαλαζιτών, 10.,11. καλ. Πλακωδών ασβεστόλιθων (μεταφλύσχης και ανθρακικά), DF ρήγμα απόσπασης, MDF, κύριο ρήγμα απόσπασης. Οι θέσεις φαίνονται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5: Το οικοδόμημα των καλυμμάτων της Κρήτης (Φασουλάς, 2000). Οι άσπρες γραμμές δείχνουν τις τομές του Σχήματος 4.

1.2.1.1. Αλπικά και Προ-αλπικά πετρώματα

Τα αλπικά και προ-αλπικά πετρώματα της Κρήτης, αυτά δηλαδή που σχηματίστηκαν πριν ή κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης, εμφανίζονται στα διάφορα καλύμματα του νησιού.

Τα κατώτερα καλύμματα περιλαμβάνουν τρία επιμέρους καλύμματα. Το κατώτερο κάλυμμα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων (ή της Ίδας ή της Κρήτης - Μάνης) αποτελείται από νηριτικά και πελαγικά, ανθρακικά κυρίως, πετρώματα. Στη βάση εμφανίζονται Περμικής ηλικίας σχιστόλιθοι και κλαστικά ιζημάτα. Με στρωματογραφική ασυμφωνία ακολουθούν άνω Περμικής ηλικίας, νηριτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες (στρώματα Φόδελε, (Φ) Σχ.6) και στη συνέχεια, μέχρι το Σκύθιο, κλαστικοί δολομίτες και ασβεστόλιθοι (Στρώματα Σισών, (Σ) Σχ.6). Πάνω από τα πετρώματα αυτά βρίσκεται ο στρωματολιθικός δολομίτης, Νόριας ηλικίας (Σδ, Σχ.6). Ένας κλαστικός σχηματισμός από αργιλικούς σχιστόλιθους, κλαστικά ιζημάτα και δολομίτες, αγνώστου ηλικίας, το στρώμα Γκίγκιλου, ακολουθεί και εμφανίζεται κυρίως στην περιοχή του οροπεδίου του Ομαλού Χανίων. Από το Μέσο Ιουρασικό μέχρι το Ηώκαινο, η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση των τυπικών πλακωδών ασβεστόλιθων (ΡΚ, Σχ.6) με πυριτικές ενστρώσεις και κονδύλους και κλείνει με την απόθεση του Ολιγοκαινικού φλύσχη, που εμφανίζεται με μικρό πάχος σε διάφορες περιοχές (π.χ. Οροπέδιο Νίδας, Ρεθύμνου). Τα πετρώματα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων αποτέθηκαν αρχικά σε ένα ρηχό, νηριτικό περιβάλλον, που σταδιακά μεταβλήθηκε σε καθαρά πελαγικό, βαθιάς θάλασσας.

Στη Δυτική Κρήτη, αμέσως πάνω από τους Πλακώδεις Ασβεστόλιθους εμφανίζεται το κάλυμμα του Τρυπαλίου (Σχ.6). Το κάλυμμα αυτό περιλαμβάνει ανακρυσταλλωμένα ανθρακικά κροκαλοπαγή, ασβεστόλιθους και δολομίτες, Τριαδικής έως Κάτω Ιουρασικής ηλικίας. Η γεωτεκτονική θέση και η σημασία του καλύμματος παραμένει ακόμη άγνωστη.

Το κάλυμμα των Φυλλιτών - Χαλαζιτών βρίσκεται στην ανώτερη, τεκτονικά, θέση των κατωτέρων καλυμμάτων (Σχ.5,6). Αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα, το ανώτερο (Α, Σχ.6) με φυλλίτες, σχιστόλιθους, χαλαζίτες, μάρμαρα και μετα-ηφαιστειακά πετρώματα και το κατώτερο (Κ, Σχ.6) με μετα-γραουβάκες, χαλαζίτες, σχιστόλιθους, δολομίτες και εβαπορίτες. Η ηλικία του καλύμματος θεωρείται Περμική έως Άνω Τριαδική. Το κάλυμμα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών, όπως και τα υπόλοιπα κατώτερα καλύμματα μεταμορφώθηκε κατά το Άνω Ολιγόκαινο / Κάτω Μειόκαινο σε συνθήκες Υψηλής Πίεσης / Χαμηλής Θερμοκρασίας. Τυπικά μεταμορφικά ορυκτά είναι ο γλαυκοφανής, αραγωνίτης, καρφόλιθος και χλωριτοειδής. Επιπλέον, στην περιοχή της Σητείας στην ανατολική Κρήτη, εμφανίζονται Ερκύνιας μεταμόρφωσης πετρώματα μέσα στους Φυλλίτες-Χαλαζίτες. Τα πετρώματα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών πιθανόν αντιπροσωπεύουν ένα προ-αλπικό ηπειρωτικό τέμαχος.

Το κάλυμμα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων, εκτός της Κρήτης εκτείνεται ακόμη στην Πελοπόννησο, στην Κάρπαθο και τη Ρόδο και αντιπροσωπεύει το πιο εξωτερικό Ελληνικό κάλυμμα. Τα πετρώματα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών εμφανίζονται επίσης, στην Πελοπόννησο.

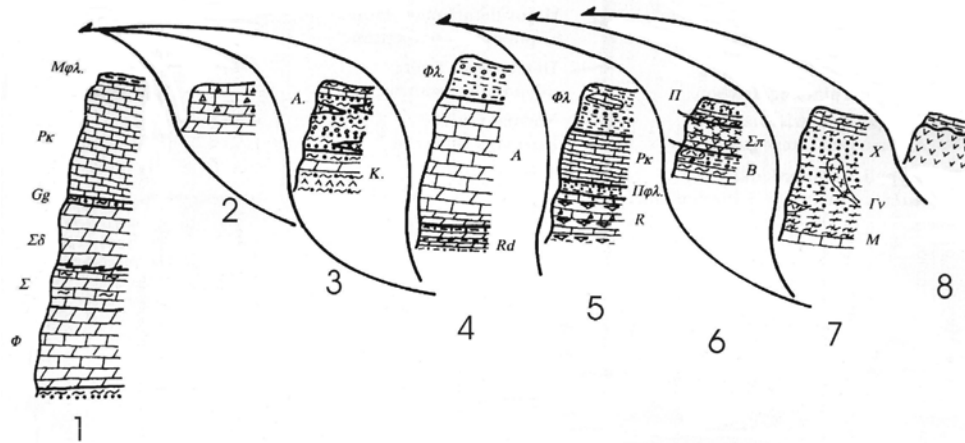
Τα ανώτερα καλύμματα αποτελούνται από τεκτονικές ενότητες που μπορούν να συσχετιστούν με τις λιθοτεκτονικές ενότητες της κεντρικής Ελλάδας και των Κυκλάδων. Πάνω από την κύρια ζώνη

απόσπασης βρίσκονται τα αμεταμόρφωτα, αλπικά ιζήματα των καλυμμάτων της Τρίπολης και Πίνδου. Αυτά τα καλύμματα αποτελούν τη συνέχεια προς νότο των αντίστοιχων καλυμμάτων των ζωνών Γαβρόβου-Τρίπολης και Πίνδου της ηπειρωτικής Ελλάδας (Σχ.5). Το κάλυμμα της Τρίπολης αποτελείται στη βάση του από Μέσο με Άνω Τριαδικής ηλικίας αργιλικούς σχιστόλιθους, δολομίτες και κλαστικά ιζήματα που ονομάζονται στρώματα Ραβδούχα (Rd, Σχ.6). Ακολουθεί με ασυμφωνία μια ανθρακική νηριπική σειρά (Α, Σχ.6) Μεσοζωικής ηλικίας που τελειώνει με ένα Άνω Ηωκαινικό φλύσχη (Φλ, Σχ.4). Οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης είναι έντονα καρστικοποιημένοι (Φώτο 1) και φιλοξενούν τους περισσότερους υδροφορείς του νησιού.

Το κάλυμμα της Πίνδου αποτελείται από Τριαδικής έως Ιουρασικής ηλικίας, πελαγικά ιζήματα (όπως ραδιολαρίτες, κερατόλιθους, ασβεστόλιθους και αργίλους), ακολούθως από ένα Άνω Κρητιδικής ηλικίας Πρώτο φλύσχη (Πφλ, Σχ.6), πελαγικούς, πλακώδεις ασβεστόλιθους, Παλαιοκαινικής ηλικίας (Ρκ, Σχ.6) και τέλος από έναν Παλαιοκαινικό / Ιωκαινικό φλύσχη (Φλ, Σχ.6).

Πάνω από το κάλυμμα της Πίνδου και κάτω από τα κρυσταλλικά πετρώματα του καλύμματος των Αστερουσίων βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένες και ανακατεμένες μεταξύ τους οι ενότητες του Βάτου, Μιαμού, Άρβης, Σπηλίου και Πρέβελη, σχηματίζοντας ένα "melange" (τεκτονικό ανακάτεμα) (Σχ.5,6). Αυτές οι ενότητες τοποθετήθηκαν πρόσφατα σε ένα τεκτονικό κάλυμμα που ονομάστηκε Τεκτονικό "melange", ακριβώς λόγω της εμφάνισης και της ιδιαίτερης δομής τους. Επιμέρους, οι ενότητες Βάτου, Άρβης και Μιαμού (Β, Σχ.6) αποτελούνται από πολύ χαμηλής μεταμόρφωσης ιζήματα, ενώ η ενότητα του Σπηλίου από μεταμορφωμένα πετρώματα με το ορυκτό βαροϊσίτη, και τεκτονισμένους σερπεντινίτες, τα οποία σχετίζονται με ένα παλιό οφιολιθικό κάλυμμα. Η ενότητα του Πρέβελη (Π, Σχ.6) περιλαμβάνει σχιστόλιθους, μάρμαρα και πετρώματα μεταμορφωμένα σε συνθήκες υψηλής πίεσης / χαμηλής θερμοκρασίας, που μεταμορφώθηκαν πιθανά κατά το Παλαιόκαινο – Ηώκαινο, ή κατά το Άνω Ιουρασικό. Τα πετρώματα του Πρέβελη περικλείουν υπολειμματικές δομές που σχετίζονται με κάποια παλιά ζώνη υποβύθισης.

Στην κορυφή τέλος των τεκτονικών καλυμμάτων της Κρήτης βρίσκονται τα πετρώματα των Αστερουσίων και των Οφιολίθων (Σχ.5,6). Το κάλυμμα των Αστερουσίων αποτελείται από μεταμορφωμένα, κατά το Άνω Κρητιδικό πετρώματα, κυρίως αμφιβολίτες, χαλαζίτες, γνεύσιους και σχιστόλιθους, σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας / χαμηλής πίεσης (700°C, 5 Kb, Σχ.6). Πιθανόν το κάλυμμα αυτό να αντιπροσωπεύει τη συνέχεια μιας μεγάλης ηπειρωτικής μάζας που εμφανίζεται ακόμη στις Κυκλάδες και τη Μικρά Ασία. Χαρακτηριστικά μεταμορφικά ορυκτά του καλύμματος των Αστερουσίων είναι ο σιλλιμανίτης, ανδαλουσίτης, κορδιερίτης, κεροστίλβη, γρανάτης και βιοτίτης. Οι Οφιολίθοι τέλος, αποτελούνται από υπερβασικά πετρώματα, Άνω Ιουρασικής ηλικίας, όπως σερπεντινίτες, περιδοτίτες και γαύρους, που αντιπροσωπεύουν ένα ωκεάνιο φλοιό.



Σχήμα 6: Στρωματογραφικές στήλες των καλυμμάτων της Κρήτης (Φασουλάς 2000). Τα νούμερα δηλώνουν: 1. καλ. Πλακωδών ασβεστόλιθων, 2. καλ. Τρυπαλίου, 3. καλ. Φυλλιτών-χαλαζιτών, 4. καλ. Τρίπολης, 5. καλ. Πίνδου, 6. καλ. Τεκτονικού melange, 7. καλ. Αστερουσιίων, 8. Οφιόλιθους

1.2.1.2. Μετά-αλπικά πετρώματα

Τα μετα-αλπικά πετρώματα της Κρήτης αποτελούνται από τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα, που εμφανίζονται ασύμφωνα πάνω στα κατώτερα και ανώτερα καλύμματα, μέσα σε λεκάνες με ανατολή-δύση ή βορρά-νότου, διεύθυνση (Σχ.3,5). Τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα της κεντρικής και ανατολικής Κρήτης μπορούν να διακριθούν σε διάφορες ενότητες (Σχ.7).

Τα παλιότερα νεογενή ιζήματα ανήκουν στην ενότητα της Πρίνας. Αυτή αποτελείται από σκουρόχρωμο ασβεστολιθικά κορήματα και κροκάλες, που είναι συνήθως πολύ καλά συγκολλημένα με ασβεστιτικό υλικό. Η ενότητα της Πρίνας αποτέθηκε κατά το Σερραβάλλιο σε ένα περιβάλλον μη-θαλάσσιο προς υφάλμυρο, ή ρηχής θάλασσας. Η ενότητα αυτή τοποθετείται ασύμφωνα πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου και συχνά αποτελεί τη βάση της στρωματογραφικής στήλης των μετααλπικών ιζημάτων (Σχ.7). Πολύ καλές εμφανίσεις της υπάρχουν στην περιοχή δυτικά της Τυλίσου στη λεκάνη του Μυλοποτάμου της κεντρικής Κρήτης, βόρεια της Ιεράπετρας στην ανατολική Κρήτη και στην περιοχή Τοπολίων δυτικά από τα Χανιά.

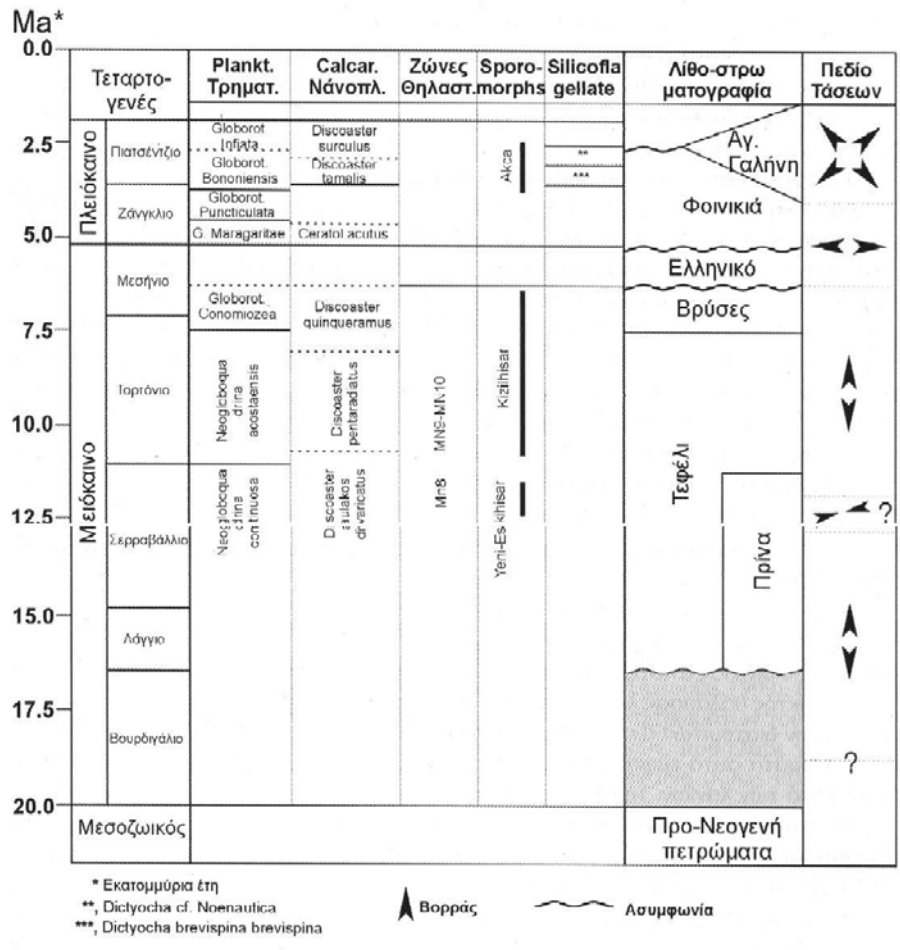
Τα ιζήματα της ενότητας Τεφελίου αποτέθηκαν με ασυμφωνία, κατά το ανώτερο Σερραβάλλιο / κατώτερο Τορτόνιο, πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου ή της ενότητας της Πρίνας (Σχ.7). Η ενότητα αποτελείται από χερσογενή, κλαστικά ιζήματα, όπως κροκαλοπαγή, άμμους και αργίλους που αντιπροσωπεύουν ένα περιβάλλον απόθεσης γλυκού, υφάλμυρου ή θαλάσσιου νερού. Το σύνολο των ιζημάτων της ενότητας προήλθε από ένα χώρο που βρισκόταν βόρεια και ανατολικά από το σημερινό νησί. Πετρώματα της ενότητας Τεφελίου εμφανίζονται κυρίως στην κεντρική Κρήτη και στα Χανιά.

Κατά τη διάρκεια του Τορτονίου - κάτω Μεσηνίου, η θαλάσσια ιζηματογένεση αυξήθηκε με αποτέλεσμα να αποθεθούν βιοκλαστικοί, συχνά υφαλογενείς-κοραλλιογενείς, ασβεστόλιθοι που συνοδεύονται από εναλλαγές ταινιωτών μαργών ρηχής θάλασσας, που αποτελούν την ενότητα των Βρυσών. Η ενότητα των Βρυσών βρίσκεται με συμφωνία πάνω στα ιζήματα του Τεφελίου και σε μερικές περιπτώσεις, με ασυμφωνία πάνω στα πετρώματα του υποβάθρου (όπως στην περιοχή βόρεια της Τυλίσου και κοντά στο χωριό Βρύσες Χανίων).

Στο τέλος του Μεσηνίου, οι έντονες τεκτονικές ανυψώσεις και η διάβρωση είχαν ως αποτέλεσμα την απόθεση της ενότητας του Ελληνικού. Η ενότητα αποτελείται από μη-θαλάσσια, χονδρόκοκκα κροκαλοπαγή, ποταμολιμναία και λιμνοθαλάσσια ιζήματα με σώματα εβαποριτών και γύψων (Σχ.7).

Κατά τη διάρκεια του κάτω με μέσο Πλειόκαινου, αποτέθηκαν με ασυμφωνία πάνω στα Μειοκαινικά ιζήματα τα πετρώματα της ενότητας της Φοινικιάς (Σχ.7). Η ενότητα της Φοινικιάς αποτελείται στη βάση από μαργαϊκά κροκαλοπαγή και ακολούθως από ανοικτής θάλασσας λευκές μάργες και αργίλους με κατά τόπους εναλλαγές καστανόχρωμων διατομιτών. Τα στρώματα αυτά εμφανίζονται πολύ χαρακτηριστικά στην περιοχή του Ηρακλείου και δυτικά των Χανίων. Την ίδια χρονική περίοδο η περιοχή του Ηρακλείου ανυψώθηκε σημαντικά λόγω τεκτονικών κινήσεων και αποχωρίστηκε έτσι από την περιοχή της Μεσσαράς με την οποία μέχρι τότε είχαν κοινή ιζηματογένεση. Η διάβρωση των πετρωμάτων της περιοχής του Ηρακλείου τροφοδότησε με ιζήματα τη λεκάνη της Μεσσαράς, σχηματίζοντας έτσι τα κοκκινωπά, μη-θαλάσσια κροκαλοπαγή και άμμους της ενότητας Αγ. Γαλήνης. Αυτή η ενότητα, που εμφανίζεται χαρακτηριστικά στην Περιοχή της Αγ. Γαλήνης Μεσσαράς, αποτελεί το νεότερο σχηματισμό του Πλειόκαινου για την Κρήτη.

Στο Πλειστόκαινο, οι μεγάλες διακυμάνσεις της επιφάνειας της θάλασσας είχαν ως αποτέλεσμα την απόθεση των τεταρτογενών, θαλάσσιων αναβαθμίδων και ασβεστόλιθων, καθώς και χερσαίων, κοκκινωπών κροκαλοπαγών και άμμων, που εμφανίζονται κοντά στις νότιες και βόρειες ακτές του νησιού.



Σχήμα 7: Τεκτονο-στρωματογραφικός πίνακας των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων της κεντρικής Κρήτης (Φασουλάς, 2000).

1.2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

1.2.2.1. Αλπική τεκτονική

Για πάρα πολλά χρόνια η τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης και του νοτίου Αιγαίου γενικότερα, θεωρούνταν ως το αποτέλεσμα της τελικής αλπικής, συμπιεστικής τεκτονικής και του μεταγενέστερου νεοτεκτονικού εφελκυσμού. Το πιο αποδεκτό μοντέλο πρότεινε τη διαδοχική ανάπτυξη ζωνών υποβύθισης, οι οποίες συνεχώς μετατοπίζονταν προς τις εξωτερικότερες περιοχές του ελληνικού χώρου. Όμως, η αναγνώριση της διαδικασίας έκτασης ηπειρωτικού φλοιού ως κύριας συνιστώσας κατά την τεκτονική εξέλιξη των Κυκλάδων και της Κρήτης, τροποποίησε τις μέχρι τότε απόψεις για τη γεωλογική εξέλιξη του νοτίου Αιγαίου.

Η παλιότερη παραμόρφωση των πετρωμάτων της Κρήτης παρατηρείται στα ανώτερα καλύμματα. Τα πετρώματα του καλύμματος των Αστερουσίων δέχθηκαν στο Άνω Κρητιδικό την επίδραση μιας μεταμόρφωσης υψηλής θερμοκρασίας που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια μιας λέπτυνσης του φλοιού. Καθώς η ίδια μεταμόρφωση εμφανίζεται σε ανάλογα πετρώματα στην περιοχή των Κυκλάδων και της Μικράς Ασίας (Μάζα του Μεντερέ), το κάλυμμα των Αστερουσίων μπορεί να αποτελεί τμήμα ενός μεγάλου ηπειρωτικού τεμάχου που εκτάθηκε και λεπτύνθηκε κατά το Άνω Κρητιδικό. Επιπλέον, η υψηλής πίεσης / χαμηλής θερμοκρασίας μεταμόρφωση των πετρωμάτων του Πρέβελη θα πρέπει να συνδέεται με μια διαδικασία υποβύθισης πλακών, που έλαβε χώρα είτε κατά το Άνω Ιουρασικό, είτε στο Ηώκαινο.

Στο τέλος Ηωκαίνου με αρχές Ολιγοκαίνου, ένα κύριο τεκτονικό γεγονός επηρέασε όλα τα ανώτερα καλύμματα, προκαλώντας την επώθηση προς τα δυτικά των καλυμμάτων και το σχηματισμό του Τεκτονικού melange (Σχ.8). Η τεκτονική αυτή διαδικασία πιθανόν σχετίζεται με μια απόσπαση και διαφυγή προς τα νοτιοδυτικά, πετρωμάτων υψηλής πίεσης (ενότητα του Πρέβελη), κρυσταλλοσχιστωδών και οφιολίθων, από το χώρο των Κυκλάδων προς την περιοχή της Κρήτης, καθώς οι δύο περιοχές συνδέονται γεωλογικά και τεκτονικά μεταξύ τους.

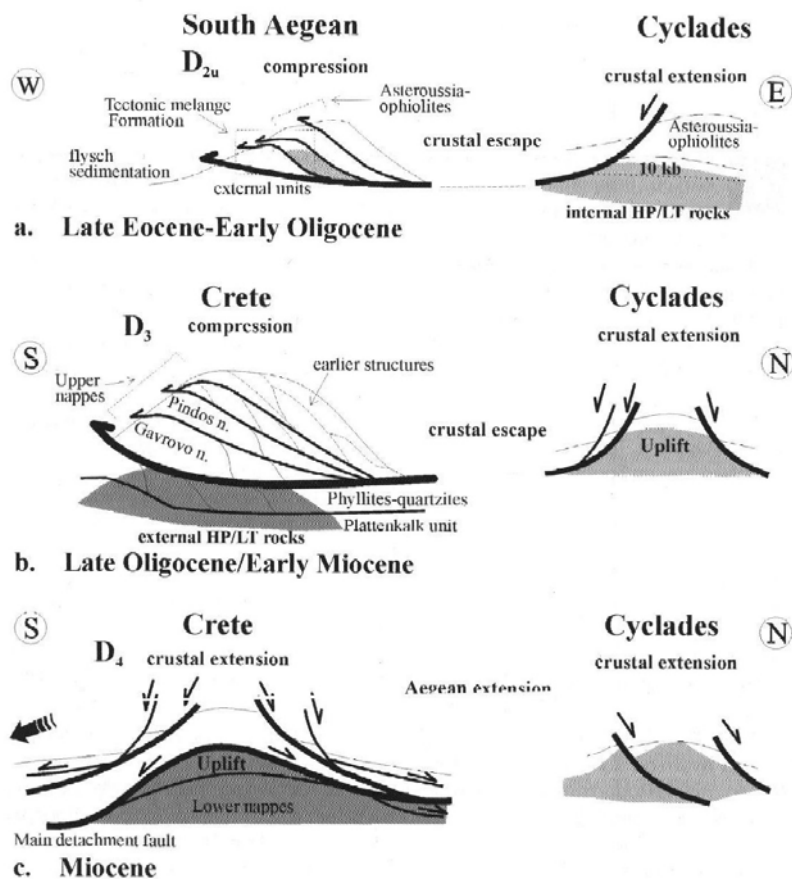
Στο άνω Ολιγόκαινο, η φορά της τοποθέτησης των καλυμμάτων στράφηκε προς τα νότια (Σχ.8b). Οι παρατηρήσεις υπαίθρου έδειξαν ότι η μεταβολή της φοράς τοποθέτησης των καλυμμάτων δεν ήταν σταδιακή, αντιθέτως ήταν απότομη και πιθανόν σχετίζεται με την αλλαγή που συνέβη στο Ολιγόκαινο στη σχετική κίνηση ανάμεσα στην Αφρική και την Ευρασία. Η καλυμματική τεκτονική του Ολιγοκαίνου επηρέασε όλα τα καλύμματα της Κρήτης προκαλώντας την υποβύθιση και μεταμόρφωση των κατωτέρων καλυμμάτων και την επανατοποθέτηση, με ανάστροφα ρήγματα, των ανωτέρων καλυμμάτων (Σχ.8b).

Στην αρχή του Μειόκαινου, τα πετρώματα της Κρήτης επηρεάστηκαν από μια βορρά-νότου ηπειρωτική έκταση, ως αντιστάθμισμα στην προηγούμενη πάχυνση του φλοιού. Η έκταση αυτή δημιούργησε κανονικά, προς το βορρά και το νότο, ρήγματα απόσπασης, και προκάλεσε την

κατάρρευση του οικοδομήματος των καλυμμάτων της Κρήτης και το σχηματισμό των πρώτων συντεκτονικών λεκανών (Σχ.8c). Τα ρήγματα απόσπασης διευκόλυναν την απομάκρυνση τουλάχιστον 10Km φλοιού που βρισκόταν ανάμεσα στα ανώτερα και κατώτερα καλύμματα, προκαλώντας ταυτόχρονα την τεκτονική ανύψωση και εκταφή τους.

Η ανύψωση των κατωτέρων καλυμμάτων στη δυτική Κρήτη ήταν πολύ γρήγορη και ολοκληρώθηκε στο χρονικό διάστημα 24 με 15 εκατ. χρόνια από σήμερα, ενώ στην κεντρική Κρήτη ήταν πιο αργή, επιτρέποντας έτσι την ανάπτυξη μιας μεταμόρφωσης πολύ χαμηλού βαθμού. Η έκταση του Μειόκαινου συνεπώς, οδήγησε στην επανατοποθέτηση όλων των καλυμμάτων της Κρήτης και την απολέπυνση (boudinage) όλων των πετρωμάτων που βρίσκονται πάνω από το κάλυμμα των Πλακωδών ασβεστόλιθων (Σχ.8c).

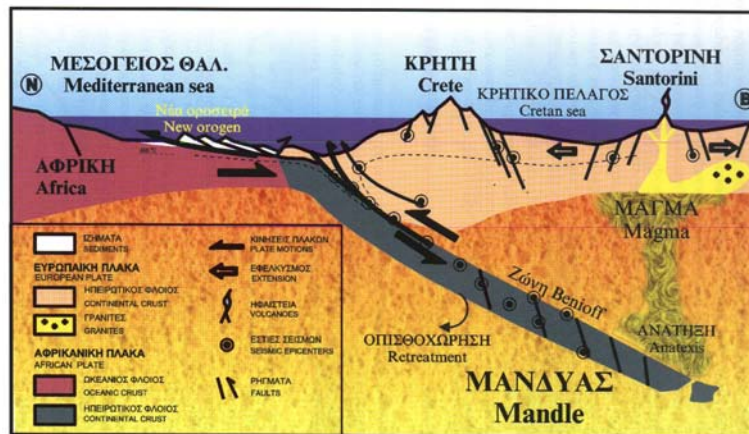
Τα ανώτερα μεταμορφωμένα καλύμματα δεν επηρεάστηκαν ουσιαστικά από την πλαστική παραμόρφωση του Ολιγοκαίνου-Μειοκαίνου, αφού σύμφωνα με παρατηρήσεις πυρηνικών σχάσεων σε απατίτη τα πετρώματα αυτά βρισκόταν από το Ηώκαινο, σχεδόν σε επιφανειακές συνθήκες.



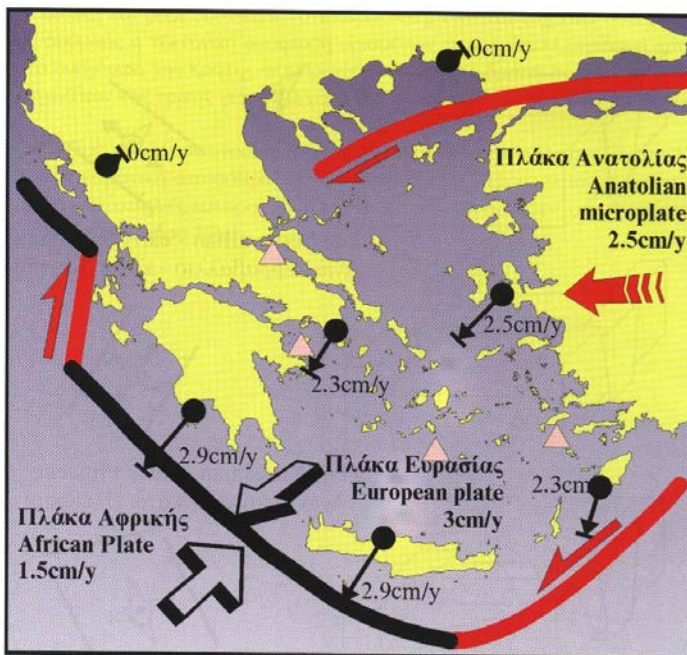
Σχήμα 8: Η γεωλογική εξέλιξη της Κρήτης (Φασουλάς, 2000).

1.2.2.2. Μετα-αλπική τεκτονική

Κατά τη διάρκεια του Νεογενούς η Κρήτη επηρεάστηκε κυρίως από εφελκυστική-εκτατική τεκτονική με πιθανά διαλείμματα συμπιεστικών φάσεων. Η γεωλογική εξέλιξη της Κρήτης από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα είναι αποτέλεσμα δύο κύριων γεωδυναμικών διεργασιών: της συνεχούς σύγκλισης των πλακών της Αφρικής και Ευρασίας με την ταυτόχρονη οπισθοχώρηση της ζώνης υποβύθισης και της τεκτονικής διαφυγής προς τα νοτιοδυτικά της μικροπλάκας της Ανατολίας (Σχ.9,10).

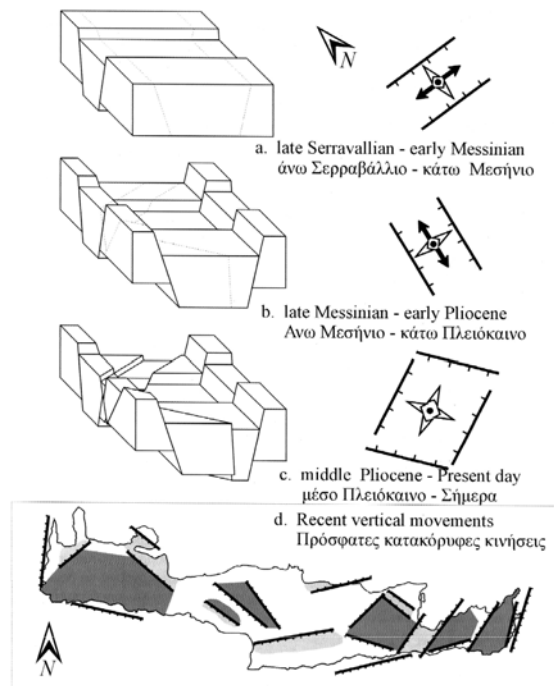


Σχήμα 9: Σχηματική απεικόνιση της Ελληνικής ζώνης Υποβύθισης (χωρίς κλίμακα) (Φασουλάς, 2000).



Σχήμα 10: Η σημερινή κινηματική κατάσταση του Αιγαίου (Φασουλάς, 2000). Τα βέλη αντιστοιχούν σε οριζόντιες μετατοπίσεις σε σχέση με τη σταθερή Ευρώπη. Η παχιά μαύρη γραμμή δείχνει τη ζώνη υποβύθισης και οι κόκκινες γραμμές πλάγιες κινήσεις.

Πρόσφατες τεκτονικές μελέτες στην περιοχή της Κεντρικής Κρήτης έδειξαν ότι από το μέσο Μειόκαινο μέχρι σήμερα, η τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης ήταν αποτέλεσμα διαδοχικών εφελκυστικών περιόδων που δημιούργησαν τουλάχιστον τρεις γενεές ρηγμάτων. Η πρώτη γενεά αποτελείται από ρήγματα με διεύθυνση ανατολής-δύσης. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη των ρηγμάτων αυτών συνέβη κατά τη διάρκεια του μέσο / άνω Μειόκαινου με αρχές Μεσηνίου, ως αποτέλεσμα της οπισθοχώρησης προς τα νότια της ζώνης υποβύθισης. Αυτό το βορρά-νότου εφελκυστικό πεδίο των τάσεων δημιούργησε και τις πρώτες λεκάνες της Κρήτης στη διεύθυνση ανατολής - δύσης (Σχ.11a).



Σχήμα 11: Η τεκτονική εξέλιξη της λεκάνης του Ηρακλείου (a.-c.) και οι πρόσφατες τεκτονικές κινήσεις του νησιού (d.). Με ανοικτό γκρι οι καταβυθίσεις και με σκούρο γκρι οι ανυψώσεις (Φασουλάς, 2000).

Στο τέλος του Μεσηνίου, η έναρξη της ολίσθησης κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας και η επαγομένη τεκτονική διαφυγή της πλάκας της Ανατολίας προκάλεσαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο πεδίο των τάσεων στην Κρήτη (Σχ.10). Κατά τη διάρκεια του τέλους Μεσηνίου με μέσο Πλειοκαίνου, δημιουργήθηκαν τα δεύτερης γενεάς ρήγματα με διεύθυνση βορρά - νότου, τα οποία προκάλεσαν σημαντική ανύψωση ορισμένων περιοχών και ταυτόχρονα τη δημιουργία των λεκανών του Ηρακλείου, της Ιεράπετρας και του Καστελίου Χανίων (Σχ.11b). Τα ρήγματα αυτά είναι αποτέλεσμα της έκτασης παράλληλα στην διεύθυνση του τόξου, που προκάλεσε η διαφυγή προς τα νοτιοδυτικά της πλάκας της Ανατολίας.

Στο τέλος του Πλειοκαίνου, η σταθεροποίηση του πεδίου των τάσεων στην Κρήτη που δημιούργησε το σημερινό, ενεργό γεωδυναμικό καθεστώς (δηλαδή η οπισθοχώρηση της ζώνης υποβύθισης και η διαφυγή της Ανατολίας), προκάλεσε τα ρήγματα της τρίτης γενεάς. Αυτά

αναπτύχθηκαν κάθετα μεταξύ τους, λόγω του ότι οι εφελκυστικοί άξονες του πεδίου των τάσεων βρίσκονται οριζόντιοι και με ίδιο μέγεθος (Σχ.11c). Εξαιτίας των ρηγμάτων αυτών δημιουργήθηκαν νέες λεκάνες με διεύθυνση βορειανατολική-νοτιοδυτική και βορειοδυτική-νοτιοανατολική ενώ ταυτόχρονα συνεχίστηκε με μεγάλους ρυθμούς η τεκτονική ανύψωση ορισμένων περιοχών. Η σημερινή τοπογραφία και το ανάγλυφο της Κρήτης διαμορφώθηκαν από τη δράση πολλών μεγάλης κλίμακας, ρηγμάτων της τρίτης γενεάς (Σχ.11d), με ορισμένα από αυτά να είναι ακόμα ενεργά.

Από το τέλος του Μειόκαινου, η τεκτονική ανύψωση ολόκληρης σχεδόν της Κρήτης ενίσχυε την καρστική αποσάθρωση των ανθρακικών πετρωμάτων σχηματίζοντας πολλά φαράγγια, σπηλιές και οροπέδια, καθώς επίσης και άλλες εντυπωσιακές καρστικές δομές (Φώτο 1, Σχ.12).



Σχήμα 12. Θέσεις των φαραγγιών σε χάρτη ανάγλυφου της Κρήτης (Φασουλάς, 2000).

1.2.3. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ

1.2.3.1. Αλπική περίοδος

Το νότιο Ελληνικό τόξο σχηματίστηκε κατά τα τελικά στάδια της αλπικής ορογένεσης ως αποτέλεσμα της καταστροφής των υπολειμμάτων του ωκεανού της νέο-Τυθής, που υπήρχε ανάμεσα στην Αφρικανική και Ευρασιατική ήπειρο. Όπως τα περισσότερα τμήματα του Ελληνικού τόξου, έτσι και η περιοχή της Κρήτης ήταν καλυμμένη από θάλασσα μέχρι τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους. Διαδοχικές ορογενετικές διεργασίες προκάλεσαν σταδιακά την ανάδυση των πετρωμάτων τροφοδοτώντας ταυτόχρονα τις εξωτερικότερες λεκάνες με ιζήματα, όπως συνέβη με την ορογενετική διαδικασία του Παλαιοκαινού - Ηωκαινού που τροφοδότησε με κλαστικό υλικό τις λεκάνες της Πίνδου, Τριπολης και Πλακωδών ασβεστόλιθων.

Ανάμεσα στα ιζηματογενή πετρώματα των καλυμμάτων της Κρήτης βρίσκονται πολλά θαλάσσια απολιθώματα. Τα παλιότερα βρίσκονται μέσα στα υψηλής πίεσης μεταμορφωμένα πετρώματα των Πλακωδών ασβεστόλιθων. Πολύ καλά διατηρημένα Βραχιόποδα, Βρυόζωα και Κοράλλια (*Wentzellia*), καθώς επίσης Αμμωνίτες (*Goniatites*), Τριλοβίτες (*Pseudophillipsia*), Κρινοειδή και νανο-απολιθώματα Περμικής ηλικίας, παρατηρούνται στα πετρώματα των στρωμάτων του Φόδελε.

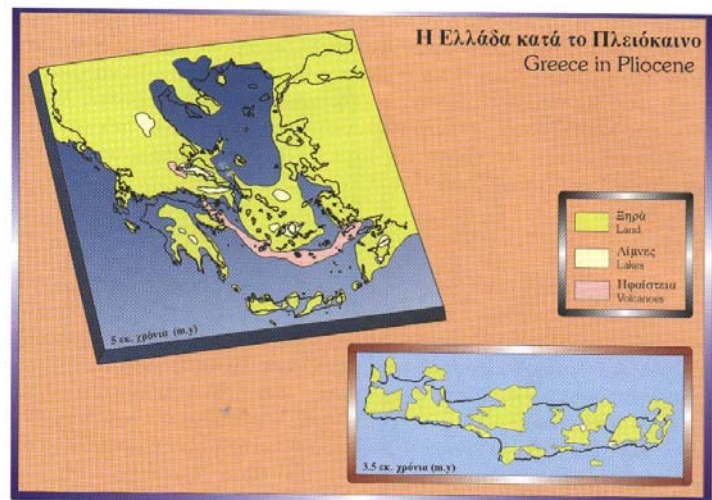
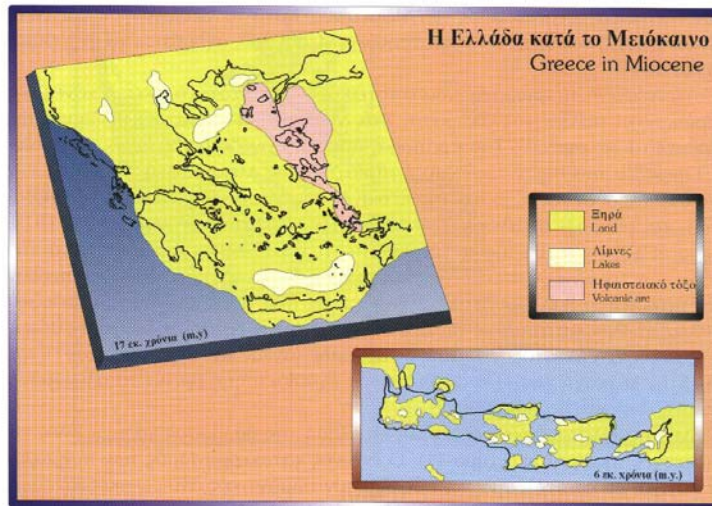
Στα ανώτερα τμήματα του καλύμματος των Πλακωδών ασβεστόλιθων έχουν βρεθεί επίσης Κωνόδοντα, Τρηματοφόρα, Βραχιόποδα, Γαστερόποδα και Radiolarian. Στα ανθρακικά πετρώματα του καλύμματος της Τρίπολης αναφέρεται η ύπαρξη Φυκιών, Τρηματοφόρων (*Nummulites*, Φώτο 2), Αμμωνιτών (*Cryptopleyrites*) και άλλων απολιθωμάτων (ρουδιστών, κοραλλιών και εχινόδερμων). Στα πετρώματα του καλύμματος της Πίνδου αναφέρονται επίσης Τρηματοφόρα, Κοράλλια, Εχινόδερμα, Radiolarian και άλλα μεγάλα απολιθώματα (όπως οι Ιππουρίτες).

1.2.3.2. Νεογενές

Η πρώτη ξηρά στο χώρο της Κρήτης εμφανίστηκε στο τέλος Ολιγοκαίνου / αρχές Μειόκαινου (23 εκατ. χρόνια). Την περίοδο αυτή (Σχ.13) μια εκτενής ξηρά που ονομαζόταν Αιγαίδα, κάλυπτε ολόκληρο το νότιο Αιγαίο και συνέδεε την ηπειρωτική Ελλάδα με τη Μικρά Ασία. Η Αιγαίδα σχηματίστηκε κατά την ορογενετική διαδικασία που επηρέασε όλο το νότιο Αιγαίο στο τέλος του Ολιγοκαίνου.

Η κατάσταση αυτή άλλαξε δραματικά στο μέσο Μειόκαινο (12 εκατ. χρόνια), όταν ο έντονος κατακερματισμός του νοτίου Αιγαίου οδήγησε στην καταβύθιση μεγάλων περιοχών και το σχηματισμό των νησιών της Κρήτης (Σχ.13). Η Κρήτη παρέμεινε ως ένα σύνολο νησιών μέχρι το τέλος του Μειοκαίνου. Κατά το Μεσίνιο η μεγάλη απόσυρση της θάλασσας, λόγω της αποξήρανσης της Μεσογείου, σχημάτισε τα αποθέματα γύψου και ανυδρίτη.

Μέσα στα Νεογενή πετρώματα που αποτέθηκαν στις νεοτεκτονικές λεκάνες της Κρήτης βρίσκονται πολλά απολιθώματα. Στα Μειοκαινικά ιζήματα ολόκληρης της Κρήτης βρίσκονται σε αφθονία Γαστερόποδα, Δίθυρα, Εχινόδερμα (*Echinus*, *Clypeaster* κλπ) κα. Όμως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της Μειοκαινικής πανίδας της Κρήτης είναι η παρουσία σε ιζήματα της περιοχής της Μεσσαράς (Περιοχή Καστελιανών), μικρο- και μακρο- απολιθωμάτων θηλαστικών. Τα πιο αντιπροσωπευτικά απολιθώματα είναι αυτά του Ιππαρίου και των Τρωκτικών που βρέθηκαν στο λόφο Κάστελος και αντιπροσωπεύουν μια τυπική πανίδα του Βαλέζιου. Επίσης, χαρακτηριστικά της βαθμίδας του Βαλέζιου είναι και άλλα απολιθώματα μακρο-θηλαστικών που έχουν βρεθεί σε διάφορες θέσεις της Κρήτης, όπως ένα Μαστόδοντο από τις Βρύσες Χανίων και Χοίροι από τον Πετρέ Ρεθύμνου. Στην περιοχή του Πλακιά Ρεθύμνου έχουν επίσης βρεθεί απολιθώματα αμφιβίων και ερπετών.



Σχήμα 13. Η παλαιογεωγραφική εξέλιξη του νοτίου Αιγαίου (Φασουλάς, 2000).

Στην αρχή του Πλειοκαίνου μια μεγάλη επίκληση της θάλασσας κάλυψε όλες τις χαμηλές περιοχές της Κρήτης (Σχ.13). Ο έντονος κατακερματισμός των πετρωμάτων συνεχίστηκε με αποτέλεσμα να προκληθούν σημαντικές ανυψωτικές κινήσεις τεμαχών από την ενεργοποίηση μεγάλων ρηξιγενών ζωνών. Η εμφάνιση πλειοκαινικών ιζημάτων στα 600 και 700 μέτρα υψόμετρο σε περιοχές του Ψηλορείτη και της Δίκτης φανερώνει μια αντίστοιχη τεκτονική ανύψωση. Ο νησιωτισμός στην περιοχή της Κρήτης έφτασε στη μέγιστη του ανάπτυξη στο Πλειόκαινο, με τη δημιουργία μικρών και μεγαλύτερων νησιών. Σε διατομίτες και μάργες που αποτέθηκαν αυτήν την περίοδο βρίσκονται σήμερα πολύ καλά διατηρημένα απολιθώματα φυτών και ψαριών (Φώτο 3), όπως χαρακτηριστικά συμβαίνει στις λεκάνες του Ηρακλείου και του Ρεθύμνου. Είναι πιθανόν τα μεγάλα θηλαστικά να εποίκισαν την Κρήτη την περίοδο αυτή, κολυμπώντας από τη Μικρά Ασία.

1.2.3.3. Τεταρτογενές

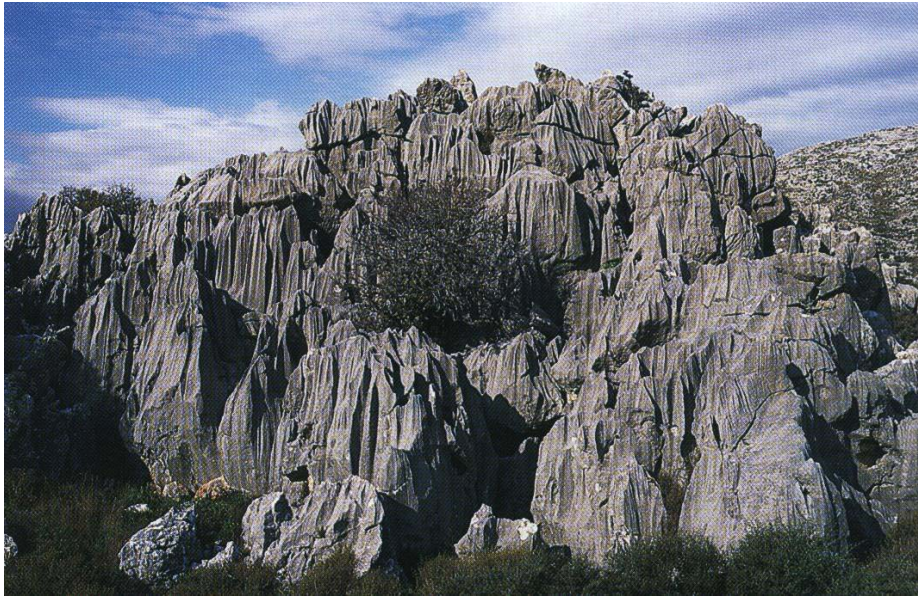
Κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου παρατηρούνται μεγάλες αλλαγές τόσο στο ανάγλυφο όσο και στην πανίδα της Κρήτης. Την περίοδο αυτή λόγω ευρύτατων ανυψωτικών κινήσεων η Κρήτη απέκτησε το σχήμα και τη μορφή που έχει και σήμερα (Σχ.13). Μικρές παραθαλάσσιες περιοχές παρέμειναν ακόμη κάτω από τη θάλασσα και δέχθηκαν χονδρόκοκα κλαστικά ιζήματα και ασβεστόλιθους. Η πανίδα και η χλωρίδα της Κρήτης υπέστησαν μεγάλες αλλαγές λόγω των συνεχών μεταβολών του ανάγλυφου και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής των ειδών ήταν ο νησιωτισμός στα μεγάλα θηλαστικά και ο γιγαντισμός στα μικρότερα, ενώ ταυτόχρονα αναπτύχθηκε και έντονος ενδημισμός.

Η πολύ γνωστή πανίδα των θηλαστικών της Κρήτης αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου - Ολοκαίνου. Σε πολλά σπήλαια (όπως στο Ακρωτήριο Χανίων, στο Γεράνι Ρεθύμνου και στη Ζάκρο Σητείας), και παλιές λίμνες που εμφανίζονται σήμερα σαν οροπέδια (όπως του Καθαρού και του Λασιθίου) βρέθηκαν αμέτρητα απολιθώματα θηλαστικών. Πολύ χαρακτηριστικά είναι τα νανώδη και κανονικά είδη των ιπποπόταμων (*Hippopotamus creutzburgi* νάνος) και Ελεφάντων (*Elephas creticus* ο νάνος, *Elephas creutzburgi* ο μεσαίος (Φωτο 4) και *Elephas antiquus* ο κανονικός), τα Ελάφια (τουλάχιστον έξι είδη με μεγέθη από μικρής κατσίκας μέχρι μεγάλου Τάρανδου), τα τρωκτικά (*Mus minotaurus*, *Kritimys kiridus* (γιγάντιο ενδημικό)), η βίβρα *Isolalutra cretensis* και τα εντομοφάγα (*Crociodura zimmermani* (ενδημικό)). Ακόμη αναφέρονται ένα υποενδημικό, *Testudo marginata cretensis* και μια μεγάλη, ενδημική κουκουβάγια με μακριά πόδια, η *Athene cretensis*. Ένα επιπλέον, ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της περιόδου ήταν η απουσία μεγάλων σαρκοφάγων θηλαστικών, με αποτέλεσμα η πανίδα να χαρακτηρίζεται ως «μη-ισορροπημένη».

Τα μεγάλα θηλαστικά εξαφανίστηκαν στο τέλος Πλειστοκαίνου (378.000 χρόνια). Ακολούθως, πιο μεγαλόσωμα θηλαστικά, τα *Elephas antiquus* & *E. creutzburgi* εποίκισαν στην Κρήτη στο τέλος

του Πλειστοκαίνου και επιβίωσαν μέχρι το Ολόκαινο (180.000), οπότε και εξαφανίστηκαν. Η εξαφάνιση των ελεφάντων και ιπποπόταμων ίσως συνδέεται με την εμφάνιση του Κρητικού ελαφιού, που είχε περισσότερα εφόδια για να επικρατήσει.

Κάποια από τα ενδημικά σπονδυλωτά είδη της Κρήτης επέζησαν μέχρι το Ολόκαινο και μετά πιθανόν εξαφανίστηκαν από τον άνθρωπο. Από την παλιά πανίδα της Κρήτης επέζησε μόνο ένα ενδημικό θηλαστικό, η μυγαλή (μικρό ποντίκι) *Crocidura zimmermani*.



Φώτο 1: Καρστική αποσάθρωση ασβεστόλιθων της Τρίπολης στην κεντρική Κρήτη (Φασουλάς, 2000).



Φώτο 2: Οι μεγαλύτεροι Νουμουλίτες της Κρήτης από την περιοχή Καστελίου, κεντρική Κρήτη (Φασουλάς, 2000).



Φώτο 3: Πλειοκαινικά απολιθωμένα ψάρια από την περιοχή Ηρακλείου (Φασουλάς, 2000).



Φώτο 4: Ο νάνος ελέφαντας της Κρήτης. Απολιθώματα από το οροπέδιο Καθαρού, Ανατολική Κρήτη (Φασουλάς, 2000).

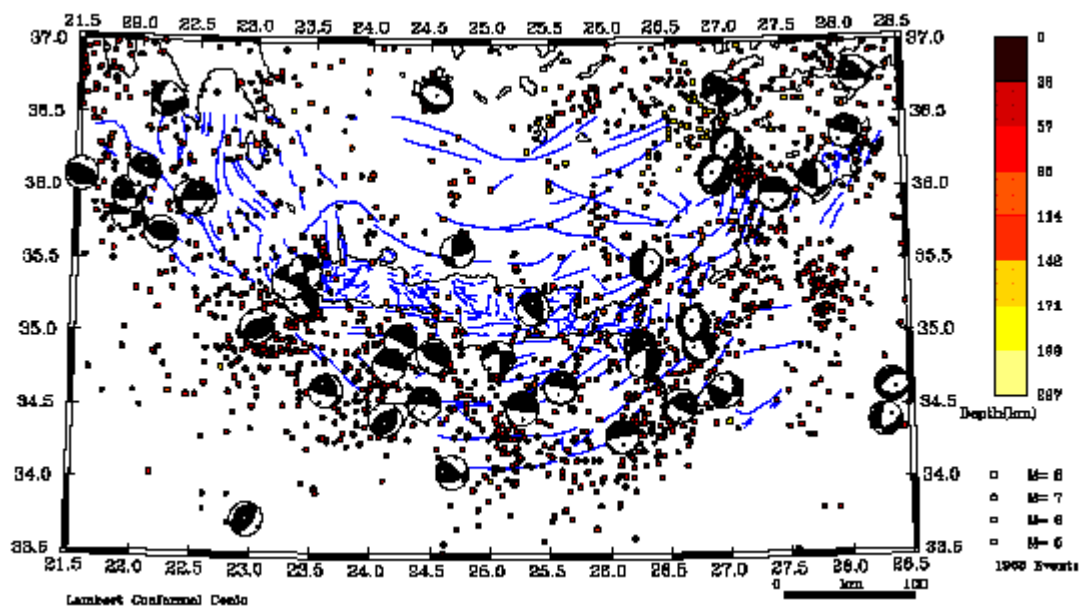
1.3. Διερεύνηση Γεωτεκτονικού Περιβάλλοντος & Σεισμικότητας της Κρήτης - Σεισμοτεκτονική Ανάλυση

Η Κρήτη βρίσκεται πάνω στο νότιο τμήμα του "Ελληνικού τόξου" που εκτείνεται από τη δυτική ηπειρωτική Ελλάδα, τη δυτική Πελοπόννησο, τα Κύθηρα, την Κρήτη, την Κάσο, την Κάρπαθο μέχρι τη Ρόδο. Στην εξωτερική πλευρά του τόξου υπάρχει η Ελληνική τάφρος, η οποία αποτελεί το μέτωπο σύγκρουσης της Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθόσφαιρας. Η θέση αυτή της Κρήτης αποτελεί την κυριότερη αιτία της πολύπλοκης γεωλογικής δομής, του έντονου τεκτονισμού του νησιού, που εκδηλώνεται με τα μεγάλα ενεργά ρήγματα, και τη σημαντική σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής (Fassoulas et al., 1994a,b; Fassoulas 1998, 1999, 2001), (Σχ.5, Σχ.9 και Σχ.10).

Οι γεωλογικές μελέτες που ασχολούνται με τις νεώτερες κινήσεις του νησιού συμπεραίνουν για ανύψωση της δυτικής Κρήτης και καταβύθιση της ανατολικής Κρήτης (Spratt, 1865; Raulin, 1869; Ψαριανός, 1961; Hafemann, 1965; Dermitzakis, 1972, 1973 κ.α.). Γενικά το νησί παρουσιάζει μια περιστροφική κίνηση γύρω από έναν άξονα στην γραμμή Τυμπάκι - Ηράκλειο (Δελήμπασης κá, 1982). Στην περιστροφική αυτή κίνηση η Κρήτη δεν συμπεριφέρεται σαν ενιαίο τέμαχος του φλοιού, αλλά σαν πολλά που χωρίζονται με μεγάλα ρήγματα. Τα τεμάχη αυτά είναι τεκτονικές εξάρσεις ή τάφροι που συμμετέχουν στην περιστροφική κίνηση αλλά όχι με την ίδια ταχύτητα. Όλες αυτές οι κινήσεις ουσιαστικά είναι οι αιτίες για τη σεισμική δραστηριότητα του νησιού και της γύρω περιοχής.

Οι τεκτονικές τάσεις που επικρατούν στην περιοχή είναι εφελκυστικές για τους επιφανειακούς σεισμούς (με εστιακό βάθος μικρότερο των 60 χιλιομέτρων) και συμπιεστικές για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους (εστιακό βάθος μεγαλύτερο των 60 χιλιομέτρων). Το είδος της διάρρηξης στους επιφανειακούς σεισμούς, ιδιαίτερα αυτούς με εστιακό βάθος μέχρι 40 χιλιόμετρα είναι κανονικό, ενώ οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους παρουσιάζουν ανάστροφη διάρρηξη (Drakopoulos et al. 1983; Χατζηδημητρίου, 1984).

Από την κατανομή των επικέντρων των σεισμών προκύπτει ότι οι μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες που έχουν διαπιστωθεί τόσο στο νησί όσο και στον θαλάσσιο χώρο είναι σεισμικά ενεργές και στις κινήσεις τους οφείλονται οι έντονες ανοδικές και καθοδικές κινήσεις των τεκτονικών τεμαχών. Τα περισσότερα επίκεντρα βρίσκονται στη θαλάσσια περιοχή νότια του νησιού και σε όλο το μήκος του, όπου κυριαρχούν οι μεγάλες τεκτονικές τάφροι της ανατολικής και δυτικής Κρήτης και νοτιότερα η Ελληνική τάφρος. Οι εστίες που βρίσκονται στον ηπειρωτικό χώρο της Κρήτης είναι σχετικά λίγες και με τους μεγαλύτερους σεισμούς στην ανατολική και δυτική άκρη καθώς και στις τεκτονικές τάφρους της Μεσσαράς, του Ηρακλείου και της Ιεράπετρας. Η νότια και δυτική περιοχή χαρακτηρίζεται από σεισμούς επιφανειακούς, ενώ στο βόρειο και ανατολικό τμήμα κυριαρχούν οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (Σχ.14).



Σχήμα 14: Η νότια και δυτική περιοχή χαρακτηρίζεται από σεισμούς επιφανειακούς, ενώ στο βόρειο και ανατολικό τμήμα κυριαρχούν οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους

2. Σεισμολογικά Όργανα

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τα όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των σεισμικών κυμάτων και την καταγραφή τους και τα οποία ονομάζονται σειсмоγράφοι (με την ειδική κατηγορία οργάνων που είναι γνωστά σαν επιταχυνσιογράφοι θα ασχοληθούμε στα αντίστοιχα κεφάλαια της τεχνικής σεισμολογίας). Η χρησιμοποίηση οργάνων για τη μελέτη και καταγραφή των σεισμικών δονήσεων ξεκίνησε από πολύ παλιά, γύρω στα 130 π.Χ., όταν ο Κινέζος αστρονόμος Chang κατασκεύασε ένα όργανο που αποτελείτο από μια κοίλη ορειχάλκινη σφαίρα μέσα στην οποία αιωρούνταν ένα σφαιρίδιο υπό μορφή εκκρεμούς, ενώ διαμετρικά υπήρχαν 8 μικρότερες σφαίρες (Σχ.15).



Σχήμα 15: Ο Κινέζος αστρονόμος Chang Heng με το σεισμοσκόπιό του (Τσελέντης, 1997)

Κατά τη διάρκεια ενός σεισμού το εκκρεμές ετίθητο σε αιώρηση με αποτέλεσμα η μάζα του να εξωθεί μια ή περισσότερες σφαίρες, που διερχόμενες μέσα από κατάλληλα αυλάκια φαίνονταν σαν να εξέρχονται από τα στόματα 8 δρακόντων, που ήταν τοποθετημένοι στην περιφέρεια του οργάνου. Το όργανο αυτό εγκαταστάθηκε αρχικά στην τότε πρωτεύουσα της Κίνας Σι-Αν. Σύμφωνα με μερικά ιστορικά κείμενα, κάποτε έπεσε μια σφαίρα χωρίς να γίνει αισθητός κανένας σεισμός και ο Chang βρέθηκε σε πολύ δύσκολη θέση. Μετά από αρκετές ημέρες όμως έφθασαν τα νέα ότι μια πυκνοκατοικημένη μακρινή επαρχία είχε καταστραφεί. Έκτοτε έγινε η εγκατάσταση του οργάνου αυτού σε πολλές περιοχές της χώρας, ενώ ιδρύθηκε και ειδική επιτροπή παρακολούθησης των σεισμών.

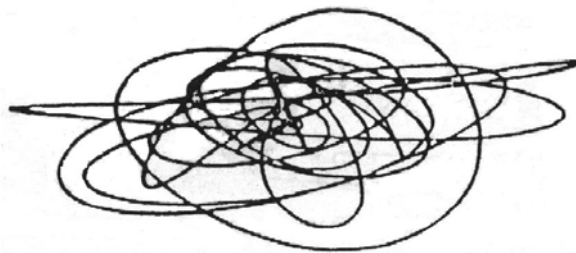
Το πρώτο όργανο παρακολούθησης των σεισμών στην Ευρώπη κατασκευάστηκε από το Γάλλο κληρικό De Foucault το 1765 και ήταν ένα δοχείο γεμάτο με υδράργυρο, με εγκοπές ολόγυρα.

Όταν συνέβαινε ένας σεισμός, η επιφάνεια του υδράργυρου ταλαντώνονταν και μέρος του υγρού υπερχείλιζε και συγκεντρωνόταν σε δοχεία που ευρίσκονταν περιμετρικά. Η ποσότητα του συλλεγόμενου μέσα στα δοχεία υδράργυρου έδινε μια πρώτη εκτίμηση για το μέγεθος του σεισμού.

Καθώς τα χρόνια περνούσαν, άρχισαν να αναπτύσσονται νέοι τύποι οργάνων, κυρίως στην Ιταλία και την Ιαπωνία. Τα όργανα αυτά είχαν κυρίως τη μορφή εκκρεμών, μερικά δε από αυτά μπορούσαν να προξενήσουν το σταμάτημα κατάλληλων ωρολογιακών μηχανισμών, δίνοντας με αυτό τον τρόπο πληροφορίες για την έναρξη του σεισμού. Τα παραπάνω όργανα τα ονομάζουμε σειμοσκόπια για να τα ξεχωρίζουμε από τη δεύτερη γενιά οργάνων που άρχισε να αναπτύσσεται λίγο πριν από την έναρξη του 20ου αιώνα, τους σειμογράφους.

2.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ

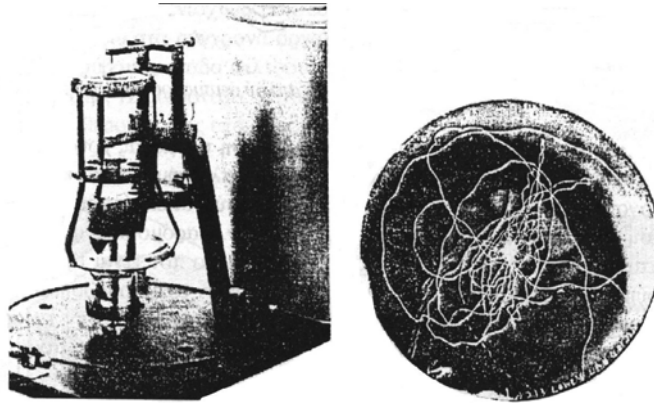
Η αρχή της λειτουργίας των σειμογράφων στηρίζεται στην ύπαρξη μάζας που παραμένει ακίνητη σε σχέση με το μετατοπιζόμενο από τα σεισμικά κύματα έδαφος.



Σχήμα 16: Τα ίχνη από γραφίδα, προσαρμοσμένη στην μάζα ενός εκκρεμούς, σε ακίνητο χαρτί (Τσελέντης, 1997).

Αν προσαρμόσουμε στη μάζα ενός εκκρεμούς μια γραφίδα που με τη σειρά της ακουμπά επάνω σε ένα χαρτί, τα σεισμικά κύματα θα θέσουν σε κίνηση το εκκρεμές, με αποτέλεσμα η γραφίδα να καταγράψει ένα πλήθος από ακανόνιστες καμπύλες γραμμές (Σχ.16).

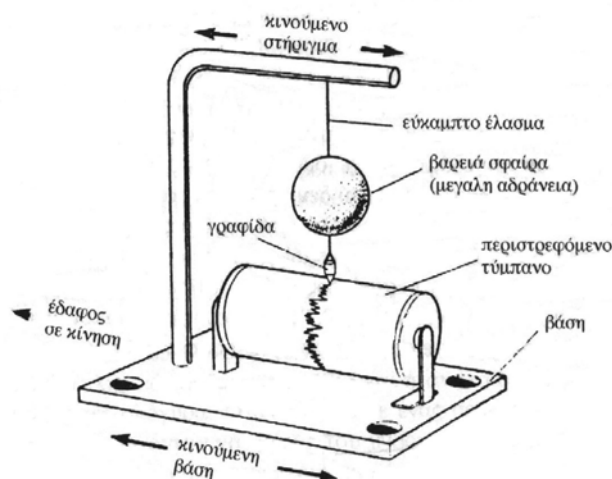
Το σχήμα που προκύπτει μας επιτρέπει να διακρίνουμε τη διεύθυνση των πρώτων κινήσεων του εδάφους, όχι όμως και λεπτομέρειες για τη χρονική εξέλιξη της σεισμικής δόνησης, αφού δεν υπάρχει χρονική κλίμακα αναφοράς, ενώ υπάρχει και σημαντική παρεμβολή από τις ίδιες ταλαντώσεις του εκκρεμούς. Τα όργανα αυτού του τύπου ονομάζονται σειμοσκόπια και βρήκαν μεγάλη εφαρμογή στα μέσα του παρόντος αιώνα. Το πιο γνωστό από αυτά ήταν το σειμοσκόπιο τύπου Wilmot (Σχ.17) το οποίο χρησιμοποιούσε ένα εκκρεμές με μικρή απόσβεση και επέτρεπε την καταγραφή της κίνησης στο οριζόντιο επίπεδο.



Σχήμα 17: α) Σεισμοσκόπιο τύπου Wilmot και β) Καταγραφή από το σεισμό του San Fernando το 1971 (Τσελέντης, 1997).

Η μόνη χρήσιμη πληροφορία που μπορούμε να πάρουμε από την καταγραφή ενός σεισμοσκοπίου είναι για την αρχική φορά και το πλάτος της εδαφικής κίνησης. Για συχνότητες εδαφικής κίνησης μεγαλύτερες από την ιδιοσυχνότητα του οργάνου, η απόκλιση της ταλαντούμενης μάζας προσεγγίζει την εδαφική μετατόπιση, ενώ στην περίπτωση χαμηλόσυχων εδαφικών κινήσεων η απόκλιση προσεγγίζει την εδαφική επιτάχυνση.

Αν αντικαταστήσουμε το ακίνητο χαρτί με κινούμενο (π.χ. προσαρμόζοντας το στην επιφάνεια περιστρεφόμενου κυλίνδρου), το προηγούμενο πολύπλοκο σχήμα παίρνει μια πιο ευανάγνωστη μορφή (Σχ.18) και ονομάζεται σεισμογράφημα ή σεισμόγραμμα.

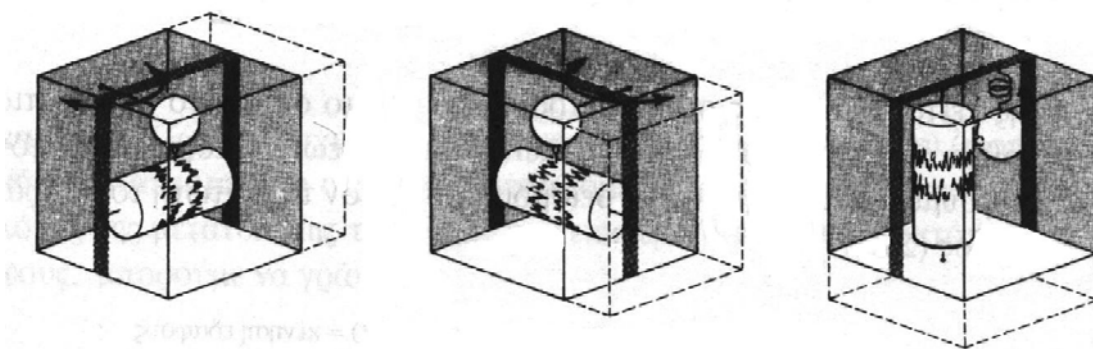


Σχήμα 18: Αρχή λειτουργίας απλού σεισμογράφου (Τσελέντης, 1997).

Θα παρατηρήσετε στο Σχ.18 ότι για την ανάρτηση της μάζας χρησιμοποιήσαμε ένα εύκαμπτο μεταλλικό έλασμα και όχι ένα απλό νήμα. Αυτό έγινε για να απαλλαγούμε από τις ίδιες αιωρήσεις του εκκρεμούς, οι οποίες δεν έχουν άμεση σχέση με τα σεισμικά κύματα που καταφθάνουν. Παρόμοια είναι και η αρχή της κατασκευής των σύγχρονων σειсмоγράφων, μόνο που είναι εξοπλισμένοι με πολύπλοκους μηχανισμούς για να εξουδετερώνουν τις ιδιοαιωρήσεις και με ηλεκτρονικούς ενισχυτές, που έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν τα ασθενή σήματα κατά χιλιάδες φορές. Μπορούν λοιπόν να καταγράφουν μικροδονήσεις που δεν γίνονται αντιληπτές σε εμάς.

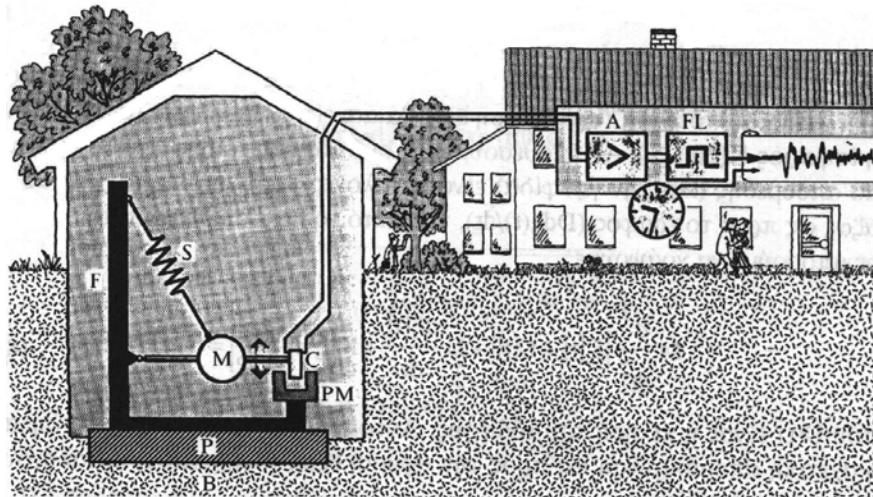
Το πρώτο κανονικό σεισμογράμμα από μακρινό σεισμό καταγράφηκε στις 17 Απριλίου 1889 από σεισμογράφο που βασιζόταν σε οριζόντιο εκκρεμές στο Potsdam της Γερμανίας και κατέγραψε σεισμικά κύματα ενός Ιαπωνικού σεισμού.

Για την πλήρη μελέτη των εδαφικών κινήσεων κατά την διάρκεια ενός σεισμού απαιτούνται τρεις σεισμογράφοι, ένας που καταγράφει τις κατακόρυφες κινήσεις και δύο για τις οριζόντιες (Σχ.19).



Σχήμα 19: Για την πλήρη καταγραφή της εδαφικής κίνησης απαιτούνται 3 όργανα, τα οποία καταγράφουν τις συνιστώσες της εδαφικής κίνησης ως προς κάθε άξονα (Τσελέντης, 1997).

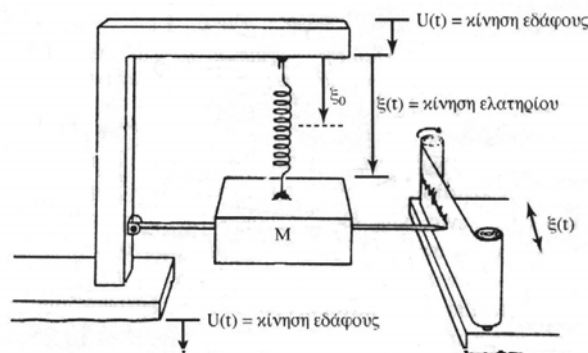
Τα βασικά στοιχεία ενός σεισμογράφου είναι (Σχ.20) α) η μονάδα ανίχνευσης των σεισμικών κυμάτων η οποία ονομάζεται σεισμικός φωρατής ή σεισμόμετρο, β) το σύστημα ενίσχυσης της εδαφικής κίνησης, το οποίο μπορεί να είναι μηχανικό ενώ στα σύγχρονα όργανα είναι ηλεκτρονικό, γ) το κύκλωμα απόρριψης θορύβου (μονάδα φίλτρου), δ) η μονάδα χρονισμού και ε) το σύστημα καταγραφής. Περισσότερες κατασκευαστικές λεπτομέρειες των σεισμογράφων θα παραθέσουμε στις επόμενες παραγράφους.



Σχήμα 20: Βασικά τμήματα ενός σειсмоγράφου: B το υπόβαθρο, P βάση του σεισμόμετρου, F πλαίσιο του σεισμόμετρου, M μάζα αδράνειας του σεισμόμετρου, PM μόνιμος μαγνήτης, C το πηνίο, S μηχανισμός περιορισμού των ιδίων ταλαντώσεων, A κύκλωμα ενίσχυσης, FL κύκλωμα απόρριψης θορύβου-φίλτρο (Τσελέντης, 1997).

2.2. ΤΟ ΣΕΙΣΜΟΜΕΤΡΟ ΣΑΝ ΑΡΜΟΝΙΚΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ

Η αρχή της λειτουργίας ενός σεισομέτρου, από το πιο σύγχρονο ως το πιο απλό, στηρίζεται στη θεωρία των αρμονικών ταλαντώσεων. Μπορούμε λοιπόν να περιγράψουμε ικανοποιητικά ένα σεισμόμετρο με τον ταλαντωτή του παρακάτω σχήματος (Σχ.21).



Σχήμα 21: Το σεισμόμετρο σαν αρμονικός ταλαντωτής (Τσελέντης, 1997).

Έστω ότι το μήκος ηρεμίας του ελατηρίου είναι ξ_0 . Αν K είναι η σταθερά του ελατηρίου, τότε για τυχαία θέση $\xi(t)$, θα ασκείται επάνω στην μάζα M δύναμη ίση προς $K[\xi(t) - \xi_0]$. Αν υποθέσουμε ότι οι δυνάμεις τριβής από τον μηχανισμό απόσβεσης (και την γραφίδα) είναι ανάλογες της

σχετικής ταχύτητας της μάζας ως προς το έδαφος ($Dd\xi(t)/dt$), τότε από το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής μπορούμε να γράψουμε

$$M \frac{d^2}{dt^2} [\xi(t) + U(t)] + D \frac{d\xi(t)}{dt} + K[\xi(t) - \xi_0] = 0 \quad (1)$$

όπου $U(t)$ είναι η κίνηση του εδάφους. Αντικαθιστώντας $\xi(t) = \xi(t) - \xi_0$, δηλαδή τη σχετική απομάκρυνση ως προς την αρχική θέση ισορροπίας, καταλήγουμε στην ακόλουθη εξίσωση

$$M \frac{d^2\xi}{dt^2} + D \frac{d\xi}{dt} + K\xi = -M \frac{d^2U}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2\xi}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{d\xi}{dt} + \omega_0^2 \xi = -\frac{d^2U(t)}{dt^2} \quad (2)$$

όπου $\omega_0 = (K/M)^{1/2}$ είναι η φυσική συχνότητα για μηδενική απόσβεση και $\varepsilon = D/(2M)$ η σταθερά απόσβεσης (damping constant).

Ας υποθέσουμε ότι η κίνηση του εδάφους είναι απλή αρμονική, δηλαδή

$$U(t) = \exp(-i\omega t)$$

και έστω $X(\omega)$ η ενίσχυση (ή δυναμική μεγέθυνση) του οργάνου (η οποία φυσικά εξαρτάται από το συχνοτικό περιεχόμενο της εδαφικής κίνησης), δηλαδή ο λόγος της μετατόπισης της μάζας του εκκρεμούς προς τη μετατόπιση του εδάφους, μπορούμε να γράψουμε

$$\xi(t) = X(\omega)U(t) = X(\omega)\exp(-i\omega t)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις αυτές στην (2) και κάνοντας τις παραγωγίσεις βρίσκουμε ότι

$$X(\omega)(-\omega^2 - 2\varepsilon i\omega + \omega_0^2)\exp(-i\omega t) = \omega^2 \exp(-i\omega t) \Rightarrow X(\omega) = -\frac{\omega^2}{[\omega^2 - \omega_0^2 + 2\varepsilon i\omega]} \quad (3)$$

Η σχέση (3) μας παρέχει την αναμενόμενη απόκριση (ή δυναμική μεγέθυνση) του σεισμομέτρου (δηλαδή τα καταγραφόμενα πλάτη ταλαντώσεων για διάφορες συχνότητες εδαφικής κίνησης), όταν η κίνηση του εδάφους είναι αρμονική.

Δεδομένου ότι η συνάρτηση $X(\omega)$ είναι ένας μιγαδικός αριθμός, μπορεί να γραφεί

$$X(\omega) = |X(\omega)| \exp(i\Phi(\omega))$$

όπου

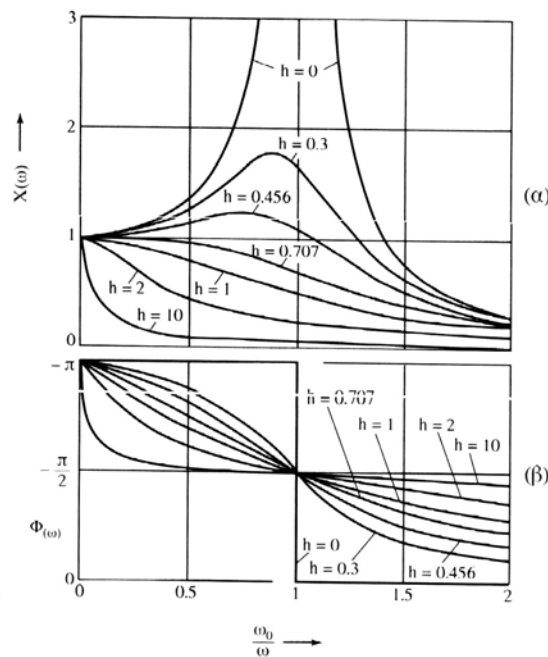
$$|X(\omega)| = \frac{\omega^2}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\varepsilon^2 \omega^2}} \quad (4) \quad \text{και} \quad \Phi(\omega) = -\arctan \left| \frac{2\varepsilon\omega}{\omega^2 - \omega_0^2} \right| + \pi$$

Η ποσότητα $X(\omega)$ ονομάζεται και συνάρτηση μεταφοράς (transfer function) του σεισμομέτρου και ο μετασχηματισμός Fourier της κρουστικής απόκρισης του οργάνου, δηλαδή της εξόδου του για είσοδο ένα μοναδιαίο παλμό (μια συνάρτηση δέλτα).

Φυσικά η μορφή της απόκρισης του σεισμομέτρου εξαρτάται από την εκάστοτε σταθερά απόσβεσης ε (damping constant) και δεν πρέπει να συγχέεται με το συντελεστή ή παράγοντα απόσβεσης h (damping factor) ο οποίος συνδέεται με τη σταθερά απόσβεσης μέσω της ακόλουθης σχέσης

$$h = \frac{\varepsilon}{\omega_0} \quad (5)$$

Στο Σχ.22 παριστάνουμε γραφικά το πλάτος $|X(\omega)|$ και τη φάση $\Phi(\omega)$ για διάφορες συχνότητες της εδαφικής κίνησης. Τα διαγράμματα αυτού του τύπου είναι γνωστά στη βιβλιογραφία σαν καμπύλες απόκρισης (response curves).



Σχήμα 22: Γραφική παράσταση του α) πλάτους και β) της φάσης για διάφορες συχνότητες (καμπύλες απόκρισης) (Τσελέντης, 1997)

Από τα διαγράμματα αυτά μπορούμε να κάνουμε τις ακόλουθες χρήσιμες παρατηρήσεις:

1. Καθώς η (κυκλική) συχνότητα της εδαφικής κίνησης ω πλησιάζει την ιδιοσυχνότητα (ή φυσική συχνότητα) του εκκρεμούς, τα καταγραφόμενα πλάτη γίνονται μέγιστα. Το φαινόμενο αυτό είναι, γνωστό από τη φυσική σαν συντονισμός. Βλέπουμε λοιπόν ότι τα σεισμόμετρα ενισχύουν τις συχνότητες εκείνες που πλησιάζουν τη φυσική συχνότητά τους.

2. Για συχνότητες πολύ μεγαλύτερες της ιδιοσυχνότητας $\omega \gg \omega_0$ (δηλαδή $\omega/\omega_0 \gg 1$), παίρνοντας το όριο στην (4), προκύπτει ότι το πλάτος $|X(\omega)| \rightarrow 1$ και η φάση $\Phi(\omega) \rightarrow \pi$. Δηλαδή το σεισμόμετρο παρακολουθεί την εδαφική μετατόπιση με διαφορά φάσης π .
3. Για συχνότητες πολύ μικρότερες από την ιδιοσυχνότητα $\omega \ll \omega_0$ (δηλ. $\omega/\omega_0 \ll 1$), $|X(\omega)| \rightarrow \omega^2/\omega_0^2$ και $\varphi(\omega) \rightarrow 0$. Στην προκειμένη περίπτωση το σεισμόμετρο καταγράφει τις εδαφικές επιταχύνσεις πολλαπλασιασμένες με ω_0^2 (αφού $d^2U(t)/dt^2 = -\omega_0^2 \xi$).

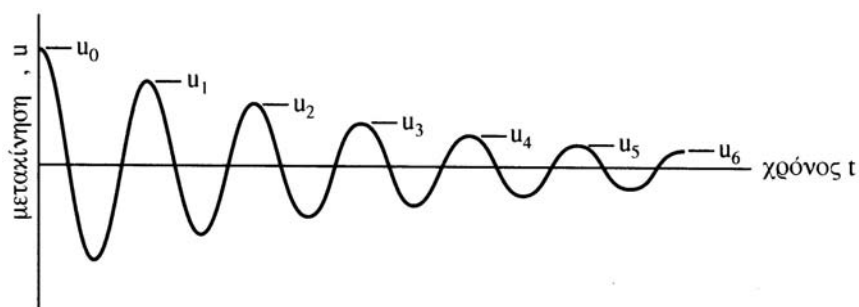
Μια άλλη χρήσιμη σχέση η οποία εκφράζει τη δυναμική μεγέθυνση του σεισμομέτρου σε συνάρτηση της περιόδου της εδαφικής κίνησης T και του παράγοντα απόσβεσης, είναι η ακόλουθη

$$X(T) = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{T}{T_0}\right)^2 + \frac{4h^2 T}{T_0^2}}} \quad (6)$$

Ο παράγοντας απόσβεσης μπορεί να υπολογιστεί από το λόγο απόσβεσης ν , δηλαδή το λόγο των πλάτων δύο διαδοχικών αιωρήσεων, μέσω της σχέσης

$$\ln \nu = \frac{2\pi h}{\sqrt{1-h^2}} \quad (7)$$

$$\nu = \frac{u_i}{u_{i+1}}$$



Σχήμα 23: Υπολογισμός του λόγου απόσβεσης (Τσελέντης, 1997).

2.2.1. Γενικά χαρακτηριστικά των σεισμομέτρων

Από την (6) προκύπτει ότι στην περίπτωση συντονισμού ($T = T_0$), η δυναμική μεγέθυνση δεν είναι άπειρη αλλά αποκτά την τιμή $0.5h$. Παρατηρώντας τις καμπύλες απόκρισης (Σχ.22), βλέπουμε ότι όταν ο παράγοντας απόσβεσης πάρει τιμή ίση με 0.7 , τότε τόσο η δυναμική

μεγέθυνση όσο και η διαφορά φάσης είναι σχεδόν γραμμικές συναρτήσεις της περιόδου T της εδαφικής κίνησης. Επομένως για την τιμή αυτή του παράγοντα απόσβεσης έχουμε τη μικρότερη παραμόρφωση της αναγραφόμενης κίνησης σε σχέση με την εδαφική κίνηση. Αυτός είναι ο λόγος που τα περισσότερα σεισμόμετρα έχουν τιμή του παράγοντα απόσβεσης που πλησιάζει το 0.7.

Μεταβάλλοντας λοιπόν την ιδιοσυχνότητα του σεισμομέτρου και τη σταθερά απόσβεσής του, μπορούμε να σχεδιάσουμε όργανα κατάλληλα για την ακριβή καταγραφή σεισμικών κυμάτων ορισμένου συχνοτικού εύρους.

Η ακριβής καταγραφή των σεισμικών σημάτων παρουσιάζει αρκετές ιδιαιτερότητες σε σχέση με τις κλασικές καταγραφές άλλων σημάτων, εξαιτίας του μεγάλου δυναμικού εύρους (dynamic range) στο οποίο εκδηλώνονται τα φαινόμενα, τόσο όσον αφορά το συχνοτικό περιεχόμενο των προς καταγραφή σημάτων, όσο και το πλάτος τους.

Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει διεθνώς στην ανάπτυξη μιας κλίμακας σεισμικών φωρατών βελτιστοποιημένων για την ακριβή καταγραφή τη σεισμικής δραστηριότητας σε διάφορες περιοχές του φάσματος. Η βασική τους διάκριση γίνεται σε σεισμόμετρα μακράς και βραχείας περιόδου. Τα πρώτα χαρακτηρίζονται από περιόδους συντονισμού 10-30sec ενώ τα δεύτερα έχουν τυπικές περιόδους της τάξης του 1sec.

Σύμφωνα με αυτά που αναφέραμε πιο πάνω, αν θέλαμε το όργανό μας να καταγράφει τις εδαφικές μετατοπίσεις, δεν έχουμε παρά να το σχεδιάσουμε έτσι ώστε η ιδιοπερίοδος του να είναι μεγαλύτερη από την επικρατούσα περίοδο των αναμενόμενων σεισμικών κυμάτων. Ένα μειονέκτημα αυτών των οργάνων είναι ότι είναι πολύ ευαίσθητα στη μη οριζοντίωση, τις καιρικές μεταβολές κ.λ.π.

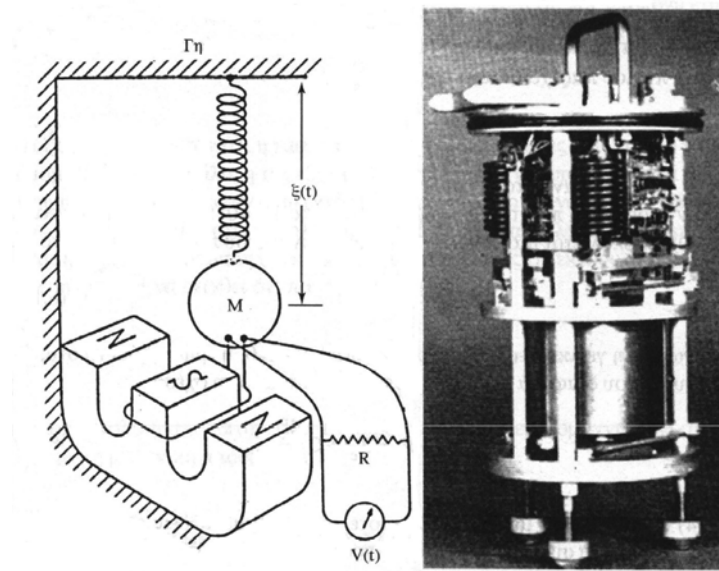
Στην περίπτωση που η ιδιοπερίοδος του οργάνου είναι πολύ μικρότερη από την επικρατούσα περίοδο των σεισμικών κυμάτων, τότε αυτό καταγράφει την εδαφική επιτάχυνση με πολύ μικρό συντελεστή ενίσχυσης. Τα όργανα αυτά είναι ιδανικά για τη μελέτη των ισχυρών εδαφικών κινήσεων και ονομάζονται επιταχυνσιογράφοι.

2.2.2. Το σεισμόμετρο ηλεκτρομαγνητικού τύπου

Σήμερα, το σύνολο σχεδόν των χρησιμοποιούμενων σεισμομέτρων είναι ηλεκτρομαγνητικού τύπου, η αρχή λειτουργίας των οποίων παρουσιάζεται στο Σχ.24. Η σχετική κίνηση μαγνήτη-πηγίου προκαλεί τη δημιουργία μιας τάσης η οποία όπως θα δείξουμε στη συνέχεια, είναι ανάλογη της εδαφικής ταχύτητας.

Στην περίπτωση που δεν διέρχεται ρεύμα μέσα από το πηνίο ($I=0$), τότε δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ της κίνησης του πηνίου και του μαγνητικού πεδίου και η εξίσωση που περιγράφει την κίνηση της μάζας M θα είναι ίδια με την (2), δηλαδή

$$M \frac{d^2 \xi}{dt^2} + D \frac{d\xi}{dt} + K\xi = F \left(= -M \frac{d^2 U}{dt^2} \right)$$



Σχήμα 24: α) Η αρχή λειτουργίας του σεισμομέτρου ηλεκτρομαγνητικού τύπου και β) άποψη σύγχρονου ηλεκτρομαγνητικού σεισμομέτρου (S13 Teledyne Geotech) που χρησιμοποιείται από πολλά Ελληνικά σεισμολογικά κέντρα (Τσελέντης, 1997).

Αν $I \neq 0$ τότε ασκείται μια ηλεκτρεργετική δύναμη από το πηνίο η οποία είναι ίση με GI και G είναι ένας συντελεστής ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση

$$G = 2\pi rNB \quad (8)$$

όπου r η ακτίνα του σπειρώματος του πηνίου, N ο αριθμός σπειρών και B η μαγνητική ροή. Επομένως στην προκειμένη περίπτωση η εξίσωση της κίνησης γίνεται

$$M \frac{d^2 \xi}{dt^2} + D \frac{d\xi}{dt} + K\xi = F + GI \quad (9)$$

και υποθέτοντας ότι η εδαφική κίνηση είναι αρμονική της μορφής $\xi = e^{-i\omega t}$, η προηγούμενη σχέση, μετά τις παραγωγίσεις, γράφεται

$$F + GI = z \frac{d\xi}{dt} \quad (10)$$

όπου

$$z = 2M\omega_0 h + iM \left(\omega - \frac{\omega_0^2}{\omega} \right) \quad (11)$$

$h = D/2M$ ο παράγοντας απόσβεσης και ω_0 η ιδιοσυχνότητα.

Όταν το πηνίο είναι ακίνητο ($d\xi/dt = 0$), η τάση η οποία παράγεται στις άκρες του πηνίου παρέχεται από την σχέση

$$E_1 = Z_c I \quad (12)$$

όπου Z_c η σύνθετη αντίσταση του πηνίου.

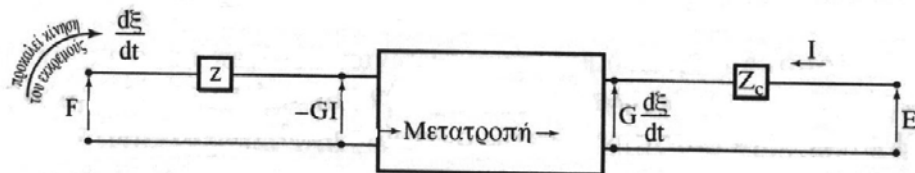
Στην περίπτωση που το κύκλωμα είναι ανοικτό ($I=0$) και το πηνίο κινείται ($d\xi/dt \neq 0$), προκαλείται μια επιπλέον διαφορά δυναμικού που παρέχεται από τη σχέση

$$E_2 = G \frac{d\xi}{dt} \quad (13)$$

Επομένως, στη γενική περίπτωση που ($d\xi/dt \neq 0$) και $I \neq 0$ η εμφανιζόμενη στις άκρες του πηνίου διαφορά δυναμικού υπολογίζεται από τη σχέση

$$E = E_1 + E_2 = Z_c I + G \frac{d\xi}{dt} \quad (14)$$

Η (14) σε συνδυασμό με την (10) αποτελούν τις θεμελιώδεις εξισώσεις του ηλεκτρομηχανικού συστήματος που περιγράφει το σεισμόμετρο ηλεκτρομαγνητικού τύπου. Μια χρήσιμη γραφική παρουσίαση των εξισώσεων αυτών παρέχεται από το Σχ.25



Σχήμα 25: Ηλεκτρομηχανικό ανάλογο ενός σεισμόμετρου (Τσελέντης, 1997).

Αν συνδέσουμε μια εξωτερική αντίσταση $R_{εξ}$ στην έξοδο του συστήματος, τότε η εμφανιζόμενη στα άκρα της διαφορά δυναμικού παρέχεται από τη σχέση

$$E = -IR_{εξ} \quad (15)$$

επομένως, από την (14) προκύπτει

$$G \frac{d\xi}{dt} = -(R_{\varepsilon\xi} + Z_c)I \quad (16)$$

λύνοντας την τελευταία ως προς I και αντικαθιστώντας στην (15) παίρνουμε

$$E = G \frac{d\xi}{dt} \left(1 - \frac{Z_c}{R_{\varepsilon\xi} + Z_c} \right) = G \frac{d\xi}{dt} \cdot \frac{R_{\varepsilon\xi}}{R_{\varepsilon\xi} + Z_c} = G_s \frac{d\xi}{dt} \quad (17)$$

όπου G είναι η ευαισθησία (sensitivity) του σεισμομέτρου και υπολογίζεται από τη σχέση

$$G_s = \frac{GR_{\varepsilon\xi}}{R_{\varepsilon\xi} + Z_c} \quad (18)$$

Παρατηρούμε λοιπόν ότι η τάση που παράγεται στις άκρες του πηνίου του σεισμομέτρου είναι ανάλογη της εδαφικής ταχύτητας. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του σεισμομέτρου ηλεκτρομαγνητικού τύπου είναι ότι η ευαισθησία του μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα προσαρμόζοντας κατάλληλη εξωτερική αντίσταση $R_{\varepsilon\xi}$. Ο παράγοντας απόσβεσης του συστήματος (ηλεκτρομαγνητική απόσβεση) μπορεί να δειχθεί ότι παρέχεται από τη σχέση

$$h_e = \frac{G^2}{2M\omega_0(R_{\varepsilon\xi} + Z_c)} \quad (19)$$

και η συνολική απόσβεση είναι το άθροισμα της ηλεκτρομαγνητικής απόσβεσης με τη μηχανική απόσβεση h.

2.3. ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ

Οι βασικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν τα χαρακτηριστικά ενός σεισμογράφου είναι α) το εύρος ζώνης (bandwidth), β) η ευαισθησία ή ενίσχυση (gain) και γ) η δυναμική απολαβή (dynamic range). Και οι τρεις αυτές παράμετροι είναι αλληλοεξαρτώμενες και κάθε προσπάθεια μονομερούς βελτίωσης κάποιας απ' αυτές συνεπάγεται αντίστοιχη μεταβολή των υπολοίπων.

Τα σεισμικά σήματα είναι πολύ ακανόνιστα και καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος συχνοτικού περιεχομένου και πλατών. Για παράδειγμα, εργαστηριακές μετρήσεις διάδοσης σεισμικών κυμάτων σε δείγματα χρησιμοποιούν συχνότητες της τάξης των 10KHz, σεισμικά κύματα που προκαλούνται από εκρήξεις σε κοντινές αποστάσεις έχουν συχνότητες γύρω στα 100Hz, τα κύματα χώρου από κοντινούς σεισμούς έχουν συχνότητες που κυμαίνονται μεταξύ ενός και μερικών δεκάδων Hz, σεισμικά κύματα που προέρχονται από μακρινές επικεντρικές αποστάσεις έχουν συχνότητες μεταξύ 0.1 και 1Hz, τα επιφανειακά κύματα έχουν συχνοτικό περιεχόμενο μεταξύ 0.01 και 0.1Hz, ενώ στην περίπτωση των επιφανειακών κυμάτων που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του μανδύα έχουμε να κάνουμε με συχνότητες της τάξης των 0.001Hz. Φυσικά αν αναφερθούμε στην

περίπτωση των ιδίων ταλαντώσεων της Γης τότε μιλάμε για συχνότητες της τάξης των 10^{-5} Hz. Κανένας κλάδος των φυσικών επιστημών δεν παρουσιάζει τέτοιο μεγάλο συχνοτικό εύρος. Η συνήθης πρακτική είναι να χωρίζουμε το σεισμικό φάσμα σε διάφορες ζώνες, για κάθε μια από τις οποίες χρησιμοποιούμε όργανα με συγκεκριμένες τιμές των παραπάνω παραμέτρων.

Για παράδειγμα, οι συνηθισμένοι σειсмоγράφοι μακράς περιόδου, όταν χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των επιφανειακών κυμάτων που προκαλούνται από πυρηνικές δοκιμές έχουν πολύ μεγάλη ενίσχυση (της τάξης του 10^5) για ένα πολύ μικρό εύρος ζώνης γύρω από τα 40sec (0.02 Hz). Τα ίδια ακριβώς όργανα, όταν χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του διεθνούς δικτύου σειсмоγράφων, ρυθμίζονται ώστε να έχουν πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης, αλλά τότε η ενίσχυσή τους είναι μικρότερη (της τάξης του 10^3).

Ένα άλλο παράδειγμα είναι από την καταγραφή τοπικών σεισμών, δηλαδή από όργανα τα οποία ευρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις από τη σεισμική εστία. Στην περίπτωση αυτή οι αναμενόμενες τιμές της εδαφικής κίνησης μπορεί να είναι πολύ μικρές, όπως στην περίπτωση μικροσεισμών (της τάξης του $A_1=10^{-9}$ m) ή πολύ μεγάλες (της τάξης του $A_2=10^{-2}$ m). Το απαιτούμενο εύρος ζώνης των οργάνων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ($0.1-30$ Hz) ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στο πλούσιο συχνοτικό περιεχόμενο που χαρακτηρίζει τα σεισμικά κύματα σε κοντινές επικεντρικές αποστάσεις. Αν χρησιμοποιήσουμε ένα μόνο τύπο οργάνου αυτό θα πρέπει να έχει μια δυναμική απολαβή του 10^7 ή 140 dB ($1\text{dB}=20\log A_2/A_1$).

Η σχεδίαση ενός οργάνου με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι εξαιρετικά δύσκολη και οικονομικά ασύμφορη. (Είναι φανερό ότι για μεγάλο εύρος ζώνης και μεγάλες ενισχύσεις παρουσιάζεται έντονα το πρόβλημα του θορύβου, για τον περιορισμό του οποίου απαιτούνται πολύπλοκες και ακριβές τεχνικές). Γι' αυτό το λόγο οδηγηθήκαμε στην κατασκευή μιας νέας κατηγορίας οργάνων, των επιταχυνσιογράφων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των ισχυρών εδαφικών κινήσεων.

Τα σύγχρονα σεισμόμετρα έχουν συνήθως μια δυναμική απολαβή της τάξης του 10^5-10^6 ($100-120$ dB), με γραμμική έξοδο στην παραπάνω περιοχή. Για την πλήρη αξιοποίηση αυτής της πληροφορίας απαιτούνται $16-19$ bits στις διατάξεις καταγραφής του σειсмоγράφου, κάτι το οποίο συναντάμε συνήθως μόνο στα όργανα που χρησιμοποιούνται στις σεισμικές διασκοπήσεις στην Γεωφυσική έρευνα. Τα συνήθη σεισμολογικά όργανα είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να αξιοποιούν μόνο τμήμα του εύρους ζώνης του σεισμικού φωρατή.

Οι πρόσφατες εξελίξεις της μικροηλεκτρονικής και της επεξεργασίας σημάτων επέτρεψαν τη σχεδίαση σεισμολογικών οργάνων ευρέως φάσματος (broadband) σε σχετικά ικανοποιητικές τιμές, αλλά ακόμη δεν έχουν ευρεία εφαρμογή στην κλασική σεισμολογία.

Οι συνήθεις τύποι σεισμολογικών οργάνων που ευρίσκονται σήμερα σε εφαρμογή είναι οι ακόλουθοι τρεις:

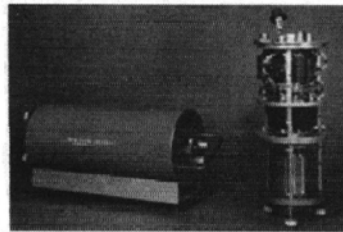
- Όργανα βραχείας περιόδου (Short Period Instruments ή SP), που παρουσιάζουν τη μέγιστη μεγέθυνση στην περιοχή 1-10Hz και χρησιμοποιούνται για τη μελέτη κοντινών σεισμών. Τα όργανα αυτά έχουν μεγέθυνση της τάξης του 10^5 .
- Όργανα μακράς περιόδου (Long Period Instruments ή LP), με μέγιστη μεγέθυνση στη συχνοτική περιοχή κάτω από 0.1Hz. Τα όργανα αυτά έχουν μεγέθυνση της τάξης των 5×10^3 .
- Όργανα ευρέως φάσματος (Broad Band Instruments ή BB) τα οποία χαρακτηρίζονται από σταθερή μεγέθυνση για συχνοτικές ζώνες που κυμαίνονται από κλάσμα του Hz μέχρι αρκετές εκατοντάδες Hz.



α



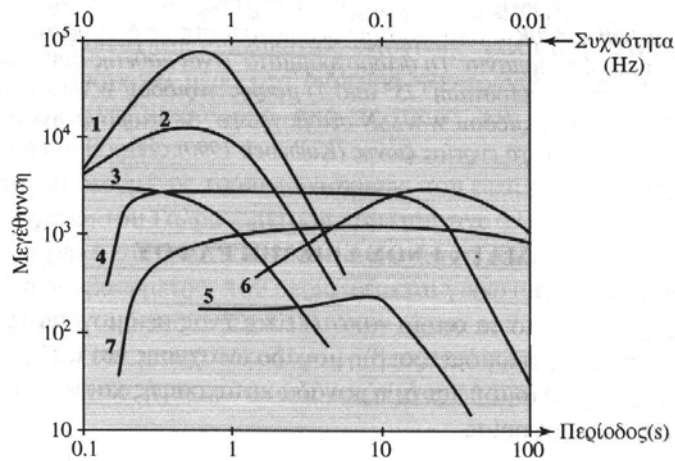
β



γ

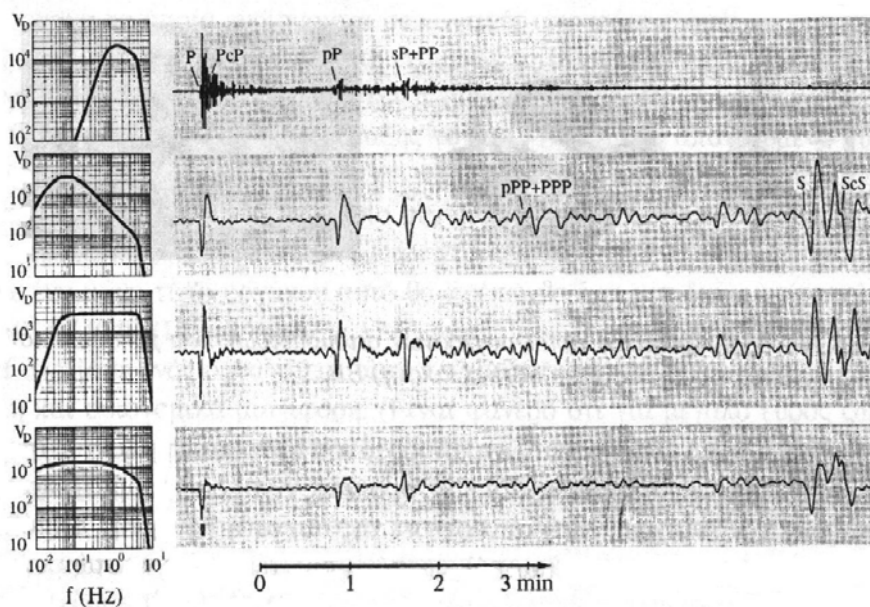
Σχήμα 26: Χαρακτηριστικοί τύποι σύγχρονων σεισμομέτρων που χρησιμοποιούνται από σειсмоγράφους α) SP, β) LP, γ) BB (Τσελέντης, 1997).

Τα χαρακτηριστικά ενός σεισμολογικού οργάνου αντικατοπτρίζονται στις αντίστοιχες καμπύλες απόκρισης (Σχ.22), οι οποίες είναι διαγράμματα που παρουσιάζουν την ενίσχυση $M(f)$ συναρτήσει της συχνότητας (ή της περιόδου). Στο Σχ.27 συγκρίνουμε τις καμπύλες απόκρισης των πιο γνωστών σήμερα σεισμογράφων.



Σχήμα 27: Οι καμπύλες απόκρισης των πιο γνωστών σειсмоγράφων 1) Benioff μικρής περιόδου - WWSSN), 2) Grenet - Coulomb, 3) Wood - Anderson, 4) Kirnos, 5) Wiechert, 6) Press - Ewing (μεγάλης περιόδου - WWSSN), 07) Ευρείας ζώνης (ευρέως φάσματος) (Τσελέντης, 1997).

Είναι φανερό ότι η μορφή με την οποία καταγράφεται ένας σεισμός (το σεισμογράμμα) εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του σεισμογράφου ο οποίος μπορεί να αλλοιώσει σημαντικά τόσο το συχνοτικό περιεχόμενο όσο και τα πλάτη των διαφόρων σεισμικών φάσεων. Δύο σεισμογράφοι λοιπόν με διαφορετικές καμπύλες απόκρισης παρέχουν εντελώς διαφορετικές μορφές σεισμογραμμάτων. Στο Σχ.28 παρουσιάζουμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα το οποίο δείχνει πως καταγράφεται ένα σεισμογράμμα όταν περάσει από σεισμογράφους με διαφορετικά χαρακτηριστικά (δηλ. καμπύλες απόκρισης).



Σχήμα 28: Καταγραφή ενός σεισμού ($m=5.9R$) που έγινε στην Ιαπωνική θάλασσα και σε βάθος 570km από τέσσερις σεισμογράφους με διαφορετικά χαρακτηριστικά στη Γερμανία. Τα σεισμογράμματα είναι κάθετης συνιστώσας και σε επικεντρική απόσταση 75° από 1) μικρής περιόδου WWSSN σεισμογράφο), 2) μακράς περιόδου WWSSN σεισμογράφο, 3) σεισμογράφο τύπου Kirnos, 4) σεισμογράφο ευρείας ζώνης (Τσελέντης, 1997).

2.4. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΦΟΥ

Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται ένας σειсмоγράφος είναι α) ο σεισμικός φωρατής ή σεισμόμετρο, β) η μονάδα ενίσχυσης και απόρριψης θορύβου, γ) η μονάδα χρονισμού και δ) η μονάδα καταγραφής και αποθήκευσης της σεισμολογικής πληροφορίας.

2.4.1. Το σύστημα σεισμικού φωρατού

Το σύστημα αυτό γνωστό και σαν σεισμόμετρο, αποτελεί τη βασική μονάδα κάθε σειсмоγράφου. Στις προηγούμενες παραγράφους αναφερθήκαμε διεξοδικά στην αρχή λειτουργίας του.

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, στην πράξη σήμερα χρησιμοποιούνται συνήθως σεισμόμετρα ηλεκτρομαγνητικού τύπου, οπότε η έξοδος τους είναι ανάλογη της εδαφικής ταχύτητας. Ένας άλλος τύπος σεισμόμετρου είναι αυτά στα οποία η ταλαντούμενη μάζα είναι συνδεδεμένη με τις πλάκες ενός μεταβλητού πυκνωτή, η χωρητικότητα του οποίου μετράται με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος (βασισμένου στη μεταβολή της συχνότητας ενός κυκλώματος συντονισμού).

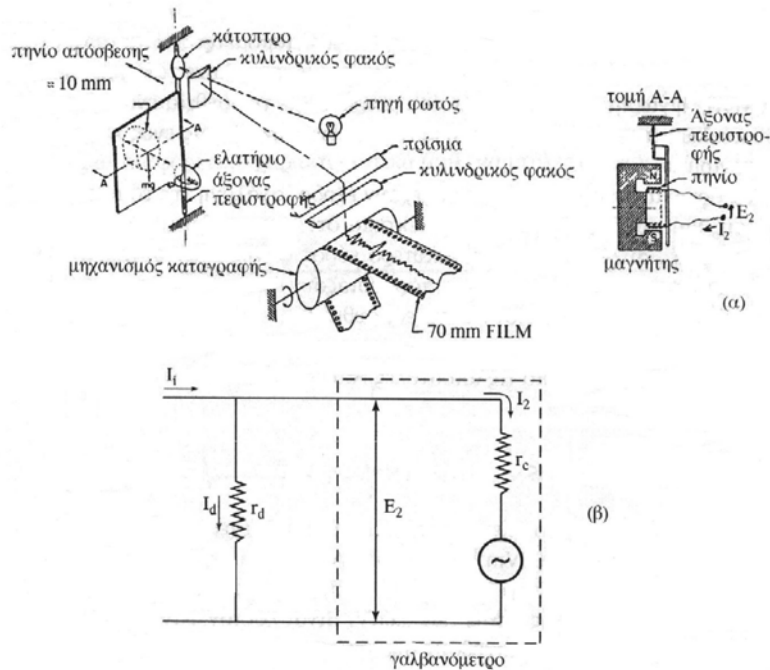
Τα όργανα αυτού του τύπου παρέχουν έξοδο ανάλογη της εδαφικής μετατόπισης και παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι έχουν καλύτερη συμπεριφορά στις χαμηλές συχνότητες και μεγαλύτερο εύρος ζώνης όταν συγκρίνονται με όργανα ηλεκτρομαγνητικού τύπου. Παρουσιάζουν όμως το μειονέκτημα ότι είναι πολύ ευαίσθητα, απαιτούν συνεχείς ρυθμίσεις και καταναλώνουν πολύ ενέργεια. Πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι τα σεισμολογικά όργανα που τοποθετήθηκαν στη Σελήνη από τις αποστολές Απόλλων μεταξύ 1969 και 1977 ήταν αυτού του τύπου.

2.4.2. Η μονάδα ενίσχυσης

Ένα τυπικό σεισμόμετρο ηλεκτρομαγνητικού τύπου έχει ηλεκτρεργετική σταθερά G της τάξης των $100\text{Vm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ή (100Nt/A) . Μια τυπική εδαφική ταχύτητα στο 1Hz είναι της τάξης των $2\pi 10^{-6}\text{mm/s}$ η οποία προκαλεί μια τάση στην έξοδο του σεισμόμετρου της τάξης των $0.6\mu\text{V}$. Είναι λοιπόν φανερό ότι αυτές οι μικρές τάσεις πρέπει να ενισχυθούν σημαντικά πριν καταστεί δυνατή η καταγραφή τους και το κύκλωμα ενίσχυσης το οποίο θα αναλάβει αυτό το ρόλο πρέπει να είναι ειδικά σχεδιασμένο έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί το θόρυβο. Ένα βασικό στοιχείο του κυκλώματος ενίσχυσης είναι ο ηλεκτρονικός θόρυβος που δημιουργείται μέσα στα διάφορα ηλεκτρονικά κυκλώματα του σειсмоγράφου να είναι μικρότερος από τις τάσεις που δημιουργούνται από το συνήθη εδαφικό θόρυβο.

Ο πλέον διαδεδομένος τρόπος ενίσχυσης που εφαρμοζόταν μέχρι πρόσφατα ήταν η τεχνική του Γαλβανομέτρου που εισήγαγε ο Galitzin το 1906. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, η έξοδος του

πηνίου του σεισμομέτρου συνδέεται σε σειρά με ένα γαλβανόμετρο που περιστρέφεται γύρω από ένα άξονα μέσα σε ένα μόνιμο μαγνητικό πεδίο (Σχ.29). Στον άξονα του γαλβανομέτρου υπάρχει προσαρμοσμένο ένα μικρό κάτοπτρο το οποίο ανακλά μια δέσμη φωτός, η οποία καταγράφει το ενισχυμένο σεισμικό ίχνος επάνω σε ένα φωτοευαίσθητο φιλμ.



Σχήμα 29: α) Σύστημα ενίσχυσης και καταγραφής με την μέθοδο του Γαλβανόμετρου, β) Ισοδύναμο κύκλωμα (Τσελέντης, 1997).

Επειδή αυτού του τύπου τα όργανα έχουν βρει ευρεία εφαρμογή και χρησιμοποιούνται στο διεθνές σεισμολογικό δίκτυο WWSSN, θα παραθέσουμε στη συνέχεια τις βασικές εξισώσεις που περιγράφουν τη λειτουργία τους.

Αν φ είναι η γωνία περιστροφής του άξονα του γαλβανομέτρου όταν διέλθει ρεύμα I_2 , τότε η εξίσωση της κίνησής του είναι παρόμοια με αυτή που περιγράφει την κίνηση του ηλεκτρομαγνητικού σεισμόμετρου (βλ. εξ.9)

$$k \frac{d^2\varphi}{dt^2} + d \frac{d\varphi}{dt} + u\varphi = f + GI_2 \quad (20)$$

όπου k η ροπή αδρανείας του πηνίου, d η απόσβεση για ανοικτό κύκλωμα u συντελεστής που χαρακτηρίζει τη στρεπτική ικανότητα του άξονα και g ηλεκτρομαγνητική σταθερά.

Αν στα άκρα του πηνίου του γαλβανομέτρου συνδέσουμε μια εξωτερική αντίσταση r_d (Σχ.25), τότε η εμφανιζόμενη ηλεκτρική τάση θα παρέχεται από τη σχέση

$$E_2 = I_d r_d = r_c I_2 + g \frac{d\varphi}{dt} \quad (21)$$

όπου r_c η ωμική αντίσταση του πηνίου του γαλβανομέτρου και I_i το ρεύμα εισόδου που παράγει το σεισμόμετρο. Επομένως μπορούμε να γράψουμε τις σχέσεις

$$I_d = I_i - I_2$$

$$(I_i - I_2)r_d = r_c I_2 + g \frac{d\varphi}{dt}$$

$$I_2(r_d + r_c) = I_i - g \frac{d\varphi}{dt}$$

$$I_2 = \frac{I_i r_d}{(r_d + r_c)} - \frac{g}{r_d + r_c} \frac{d\varphi}{dt} \quad (22)$$

Αντικαθιστώντας την (22) στην (21) καταλήγουμε στη σχέση

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2n_2 h_2 \frac{d\varphi}{dt} + n_2^2 \varphi = g \frac{I_i r_d}{(r_c + r_d)} k \quad (23)$$

όπου $n_2 = \sqrt{\left(\frac{u}{k}\right)}$ η φασική συχνότητα του γαλβανομέτρου και

$$h_2 = \frac{1}{2n_2 k} \left(d + \frac{g^2}{r_c + r_d} \right) \quad (24)$$

Από την κλασική οπτική προκύπτει αμέσως ότι για στροφή φ του άξονα του γαλβανομέτρου, το αντίστοιχο ίχνος w επάνω στο φιλμ θα είναι

$$w = L_0 \varphi \quad (25)$$

όπου L_0 είναι το διπλάσιο της απόστασης που διατρέχει η οπτική ακτίνα.

Αντικαθιστώντας την (25) στην (23) παίρνουμε τη σχέση

$$\frac{d^2 w}{dt^2} + 2n_2 h_2 \frac{dw}{dt} + n_2^2 w = \frac{gL_0}{k} \cdot \frac{r_d}{r_c + r_d} I_i \quad (26)$$

Παίρνοντας το μετασχηματισμό Fourier της (26) και εφαρμόζοντας την ιδιότητα της παραγώγισης, καταλήγουμε στην ακόλουθη συνάρτηση μεγέθυνσης (ή απόκρισης, ή μεταφοράς, ή ευαισθησίας) του γαλβανόμετρου.

$$H_g(\omega) = \frac{W(\omega)}{I_i(\omega)} = \frac{gL_0}{(-\omega^2 + j2n_2 h_2 \omega + n_2^2)k} \cdot \frac{r_d}{r_c + r_d} \quad (27)$$

Στην περίπτωση συνεχούς ρεύματος (δηλαδή $\omega \approx 0$) η ευαισθησία του γαλβανομέτρου παρέχεται από τη σχέση

$$\frac{W}{I_i} = \left(\frac{gL_0}{u} \right) \left(\frac{r_d}{r_c + r_d} \right)$$

ή

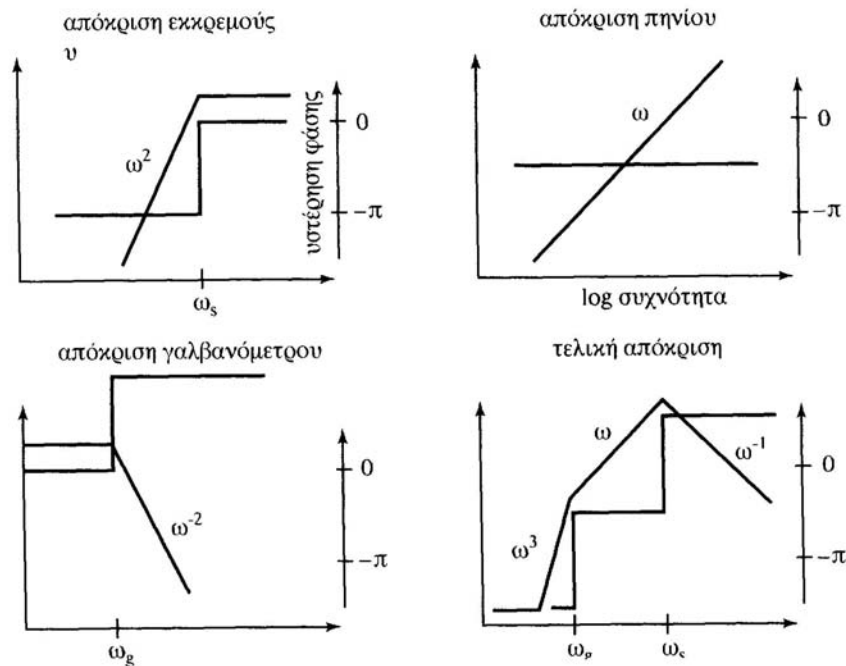
$$\frac{W}{I_2} = \left(\frac{gL_0}{u} \right) = S_{vg} \quad (28)$$

όπου S_{vg} η στατική ευαισθησία. Στην περίπτωση που η συχνότητα του ρεύματος είναι πολύ μεγαλύτερη από τη φυσική συχνότητα του γαλβανομέτρου τότε από την (27) προκύπτει ότι η ευαισθησία είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της κυκλικής συχνότητας της εδαφικής κίνησης

$$\left| \frac{W}{I_2} \right| \sim \frac{S_{vg}}{\omega^2}$$

Γενικά οι σειсмоγράφοι που χρησιμοποιούν γαλβανόμετρα παρουσιάζουν πολύ χαμηλή απόκριση στις υψηλές συχνότητες, αφού ο μηχανισμός του γαλβανόμετρου χαρακτηρίζεται από μεγάλη ιδιοπερίοδο.

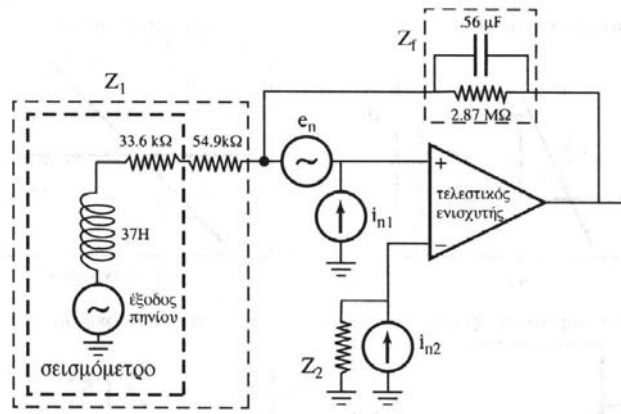
Η τελική απόκριση ενός οργάνου (συστήματος) το οποίο αποτελείται από διάφορα υποσυστήματα, είναι το γινόμενο των αποκρίσεων κάθε υποσυστήματος χωριστά. Έστω λοιπόν ένας σειсмоγράφος ο οποίος αποτελείται από τη μονάδα του εκκρεμούς, τη μονάδα του ηλεκτρομαγνήτη-πηνίου και τη μονάδα του γαλβανομέτρου. Το Σχ.30 παρουσιάζει την απόκριση (πλάτους και φάσης) κάθε μονάδας χωριστά, καθώς και την τελική απόκριση η οποία στις λογαριθμικές κλίμακες που χρησιμοποιούμε θα εκφράζεται σαν το άθροισμα των επιμέρους αποκρίσεων.



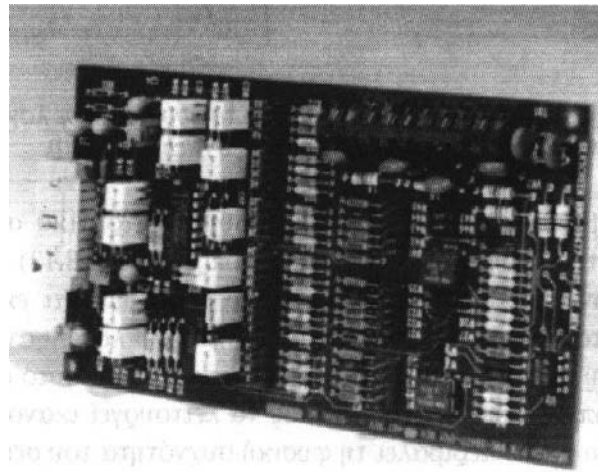
Σχήμα 30. Η ολική απόκριση ενός οργάνου είναι το άθροισμα (σε λογαριθμική κλίμα κα) των επιμέρους αποκρίσεων (Τσελέντης, 1997).

Τα σύγχρονα βέβαια όργανα χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά συστήματα ενίσχυσης. Αν παρατηρήσουμε τις καμπύλες απόκρισης (Σχ.27) μερικών τυπικών σεισμομέτρων ηλεκτρομαγνητικού τύπου βλέπουμε ότι εκατέρωθεν της φυσικής συχνότητας έχουμε απότομη ελάττωση των πλατών ανάλογη του τετραγώνου περίπου της συχνότητας της εδαφικής κίνησης. Αυτό σημαίνει ότι ένας ενισχυτής ο οποίος είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί ικανοποιητικά στην περιοχή συχνοτήτων που περιβάλλει τη φυσική συχνότητα του σεισμομέτρου είναι δυνατόν να προκαλεί σημαντικά προβλήματα θορύβου στις αμέσως γειτονικές συχνότητες. Απαιτείται λοιπόν μεγάλη προσοχή στη σχεδίαση και την προσαρμογή των διαφόρων κυκλωμάτων ενίσχυσης.

Ένα βασικό δομικό στοιχείο των ενισχυτικών διατάξεων των σύγχρονων σεισμογράφων είναι τα ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC) τελεστικών ενισχυτών. Συνήθως ένα κύκλωμα ενίσχυσης αποτελείται από διάφορα στάδια προενίσχυσης και ενίσχυσης. Στο Σχ.31 παρουσιάζεται ένα τυπικό πρώτο στάδιο προενίσχυσης όπου χρησιμοποιείται ένας τελεστικός ενισχυτής. Το στάδιο αυτό είναι πολύ κρίσιμο, γιατί εκτός του ότι πρέπει να προσεχθεί η προσαρμογή της αντίστασης εξόδου του κυκλώματος του σεισμομέτρου με την αντίσταση εισόδου του ενισχυτή, είναι το στάδιο το οποίο δέχεται όλους τους θορύβους εισόδου (Σχ.32).



Σχήμα 31: Ένα τυπικό στάδιο εισόδου του κυκλώματος προενίσχυσης ενός σύγχρονου σειсмоγράφου. Οι παράμετροι θορύβου e_n και i_n εξαρτώνται από τον τύπο του τελεστικού ενισχυτή (Τσελέντης, 1997).



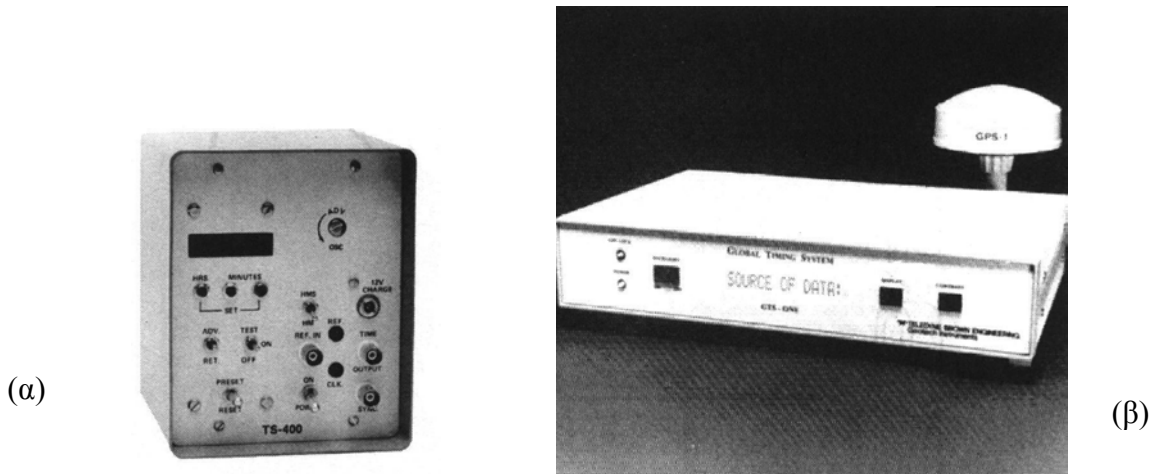
Σχήμα 32: Άποψη του προενισχυτή τύπου PF.70 τριών συνιστωσών της Teledyne Geotech ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί με πολύ καλά αποτελέσματα σε Ελληνικά σεισμολογικά κέντρα τα τελευταία χρόνια (Τσελέντης, 1997).

Επειδή τα πλάτη των προς καταγραφή σεισμικών κυμάτων καλύπτουν ένα πολύ μεγάλο εύρος, στα σύγχρονα σεισμολογικά όργανα υπάρχουν συστήματα αυτόματης ρύθμισης της ενίσχυσης, η περιγραφή τους όμως εκφεύγει από τους σκοπούς αυτού του συγγράμματος.

2.4.3. Η μονάδα χρονισμού

Μία πολύ σημαντική πληροφορία η οποία έχει μεγάλη σημασία για την περαιτέρω επεξεργασία των σεισμικών κυμάτων είναι ο ακριβής χρόνος άφιξης των διαφόρων σεισμικών φάσεων. Για το σκοπό αυτό τα σεισμολογικά όργανα είναι εφοδιασμένα με ηλεκτρονικούς μηχανισμούς χρονισμού μεγάλης ακρίβειας. Η διόρθωση της απόκλισης των μηχανισμών αυτών γίνεται κατά τακτά διαστήματα, με τη λήψη της διεθνούς ώρας (UT) μέσω ραδιοφωνικών σημάτων που εκπέμπουν

διάφοροι σταθμοί ανά τον κόσμο σε διάφορες συχνοτικές ζώνες (Σχ.33α). Στην Ελλάδα τέτοια ραδιοφωνικά σήματα λαμβάνονται από το σταθμό εκπομπής της Μόσχας. Η σύγχρονη γενιά σεισμολογικών οργάνων χρησιμοποιεί δορυφορικά συστήματα GPS για την αυτόματη διόρθωση του κυκλώματος χρονισμού (Σχ.33β).

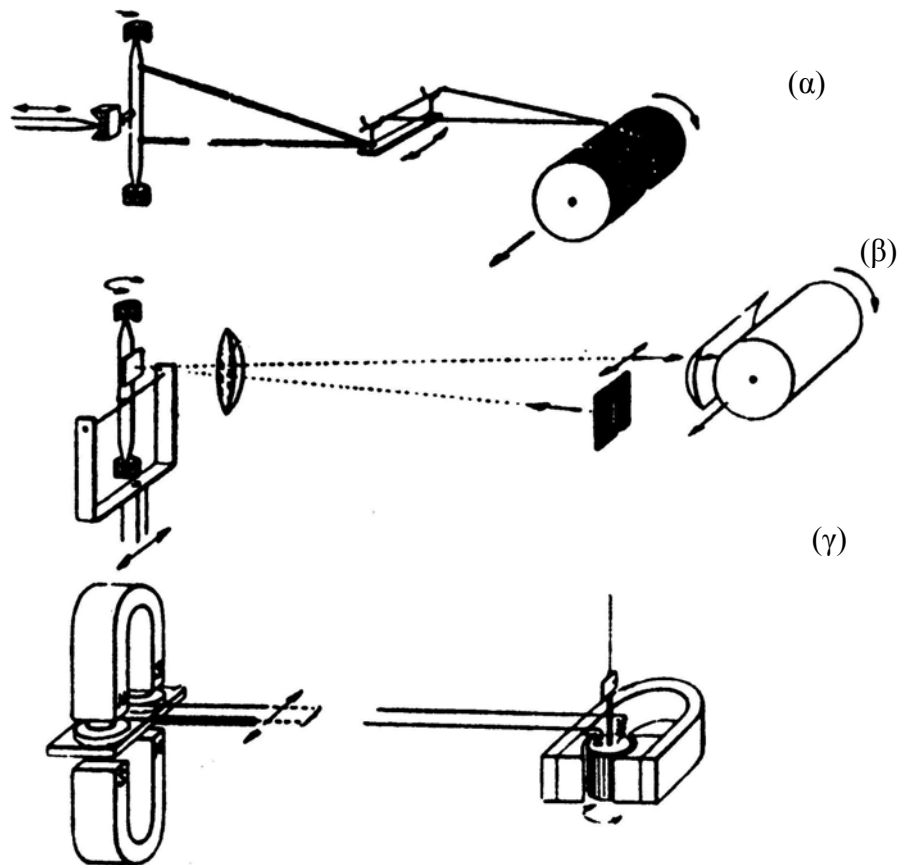


Σχήμα 33: Μονάδες χρονισμού που βασίζονται α) στη λήψη ραδιοφωνικών σημάτων χρόνου, β) δορυφορικό σύστημα GPS (Τσελέντης, 1997).

2.4.4. Η μονάδα καταγραφής

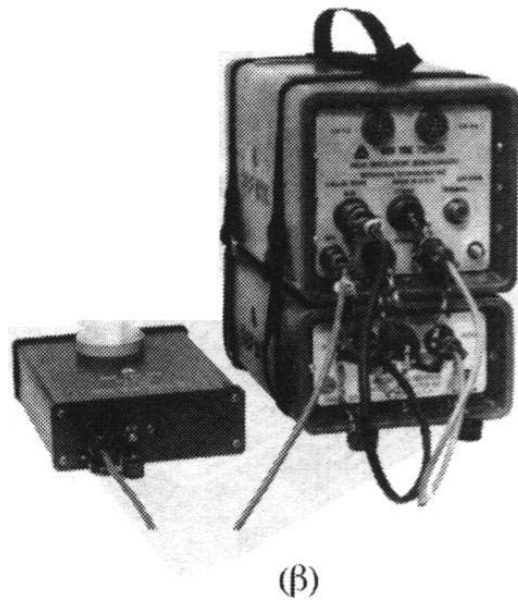
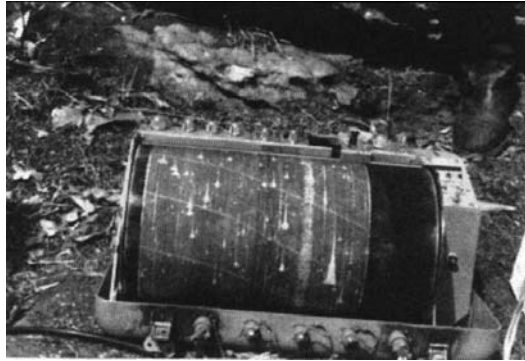
Η μονάδα καταγραφής είναι αυτή η οποία επιλαμβάνεται της γραφικής παρουσίασης υπό μορφή σειсмоγράμματος των διάφορων σεισμικών φάσεων καθώς και την αποθήκευσή τους σε κατάλληλο μαγνητικό μέσο. Οι τρόποι καταγραφής που χρησιμοποιούσαν τα σεισμολογικά όργανα μέχρι πριν λίγα χρόνια ήταν οι ακόλουθοι τρεις:

1. Μηχανική καταγραφή, σύμφωνα με την οποία η κίνηση του κέντρου βάρους του εκκρεμούς μεγεθύνεται με σύστημα μοχλών οι οποίοι καταλήγουν σε γραφίδα. Η γραφίδα χαράζει το σεισμόγραμμα επάνω σε αιθαλωμένη ταινία η οποία είναι τοποθετημένη σε περιστρεφόμενο τύμπανο (Σχ.34α).
2. Οπτική καταγραφή, σύμφωνα με την οποία λεπτή φωτεινή δέσμη ανακλάται από μικρό κάτοπτρο τοποθετημένο στη μάζα ή τον άξονα του εκκρεμούς. Η ανακλώμενη δέσμη αφού περάσει μέσα από κάποιο σύστημα φακών, προσβάλλει φωτοευαίσθητη ταινία και δημιουργεί το σεισμόγραμμα (Σχ.34β).
3. Ηλεκτρομαγνητική καταγραφή, η οποία είναι η μέθοδος του γαλβανομέτρου που περιγράψαμε σε προηγούμενη παράγραφο και χρησιμοποιείται από τους σταθμούς του διεθνούς δικτύου σειсмоγράφων (Σχ.34γ).



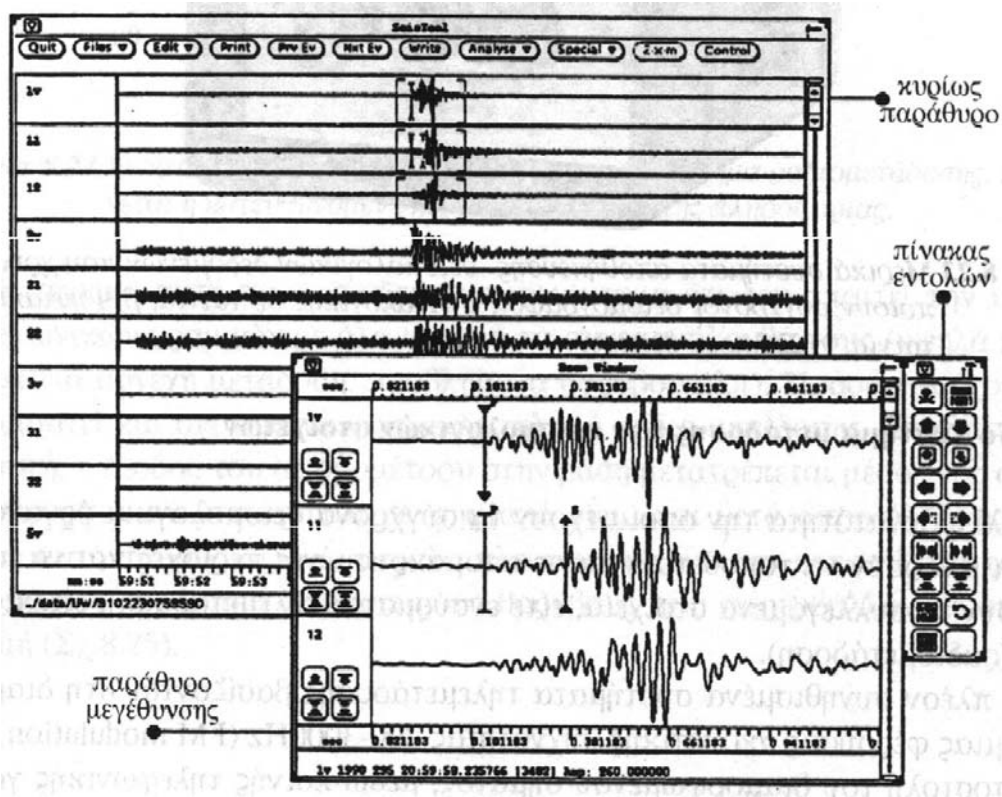
Σχήμα 34: Συστήματα καταγραφής που χρησιμοποιούσαν οι παλιοί σειсмоγράφοι α) μηχανική, β) οπτική και γ) ηλεκτρομαγνητική (Τσελέντης, 1997).

Η πρόσφατη επανάσταση στο χώρο της μικροηλεκτρονικής και των μικροϋπολογιστών οδήγησε στην ανάπτυξη νέων τεχνικών επεξεργασίας και καταγραφής της σεισμολογικής πληροφορίας (Σχ.35). Με την ψηφιοποίηση των αναλογικών σημάτων μετά την έξοδο του συστήματος ενίσχυσης, είναι δυνατή η παρουσίασή τους σε διάφορες μεγεθύνσεις και η αποθήκευση της πληροφορίας σε διάφορα μαγνητικά μέσα. Τα σειсмоγράμματα, είτε παρουσιάζονται σε οθόνες Η/Υ, είτε αποτυπώνονται σε εκτυπωτές ή plotters (Σχ.36).



(β)

Σχήμα 35: α) Φορητός σειсмоγράφος παλιού τύπου που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μικροσεισμικές μελέτες στην Ελλάδα, β) σύγχρονος φορητός ψηφιακός σειсмоγράφος. Διακρίνονται οι μονάδες δορυφορικού χρονισμού(1), ενίσχυσης(2) και αποθήκευσης(3) της σεισμικής πληροφορίας (Τσελέντης, 1997).



Σχήμα 36: Παρουσίαση σεισμολογικής πληροφορίας σε οθόνη Η/Υ. Οι υπάρχουσες δυνατότητες είναι απεριόριστες (Τσελέντης, 1997).

Η αποθήκευση της σεισμολογικής πληροφορίας στα σύγχρονα όργανα γίνεται είτε με αναλογική καταγραφή σε μαγνητικές ταινίες είτε με ψηφιακή καταγραφή σε σκληρούς δίσκους ή ταινίες (Σχ.37). Τον τελευταίο καιρό, ειδικά σε περιπτώσεις που απαιτείται η αποθήκευση μεγάλου όγκου πληροφορίας έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται και οπτικά συστήματα αποθήκευσης.



Σχήμα 37. Μερικά συστήματα αποθήκευσης σεισμολογικών δεδομένων που χρησιμοποιούν σύγχρονοι σειсмоγράφοι, α) Αναλογικής σε ταινία, β) Ψηφιακής σε ταινία, γ) Σκληρού δίσκου (Τσελέντης, 1997).

2.4.5. Το σύστημα μετάδοσης των σεισμολογικών στοιχείων

Μια άλλη δυνατότητα την οποία έχουν τα σύγχρονα σεισμολογικά όργανα είναι ότι μπορούν να τοποθετούνται σε απομακρυσμένες περιοχές και να μεταβιβάζουν τα συλλεγόμενα στοιχεία, είτε ενσύρματα (τηλεμετάδοση), είτε ασύρματα (ραδιομετάδοση).

Τα πλέον συνηθισμένα συστήματα τηλεμετάδοσης βασίζονται στη διαμόρφωση μιας φέρουσας ακουστικής συχνότητας 300-3000Hz (FM modulation) και την αποστολή του διαμορφωμένου σήματος, μέσω κοινής τηλεφωνικής γραμμής, στο σταθμό βάσης. Τα σήματα από την έξοδο του σεισμομέτρου, που έχουν σύνθετες συχνοτικό περιεχόμενο μεταξύ 0-25Hz,, οδηγούνται σε ένα ταλαντωτή τάσης (VCO-Voltage Controlled Oscillator), όπου μετατρέπονται σε τόνους και διαμορφώνουν τη φέρουσα συχνότητα. Ακόμη και εννέα έξοδοι VCO από διαφορετικά σεισμόμετρα μπορούν να πολυπλεχθούν και να μεταβιβαστούν μέσα από μια τηλεφωνική γραμμή.

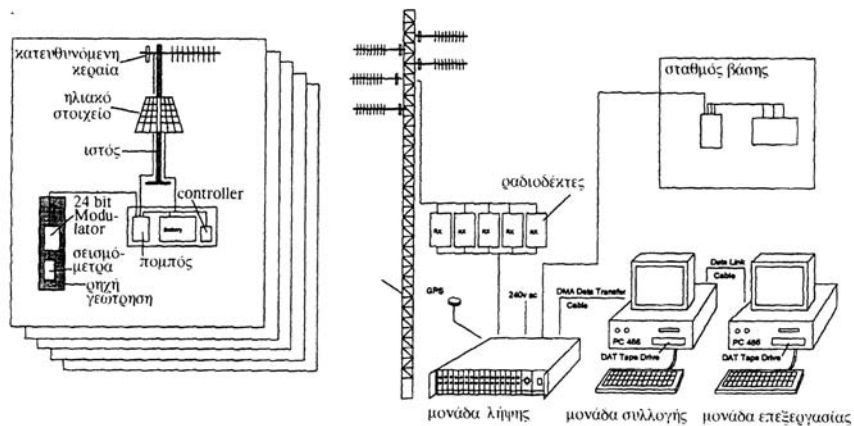
Ακολούθως, στο σταθμό βάσης τα σήματα αποπολυπλέκονται, αποδιαμορφώνονται και οδηγούνται στις ενισχυτικές και καταγραφικές διατάξεις.

Ένας άλλος συνηθισμένος τρόπος μετάδοσης των σεισμολογικών στοιχείων, είναι η έξοδος του σεισμομέτρου μετά το VCO να αποσταλεί στο σταθμό βάσης σαν διαμορφωμένο ραδιοσήμα στα UHF ή VHF, με πομπούς χαμηλής ισχύος και κατευθυνόμενες κεραιές (Σχ.38).



Σχήμα 38: Εγκατάσταση φορητού σεισμογράφου με σύστημα ραδιομετάδοσης. Διακρίνεται η κατευθυνόμενη κεραιά αποστολής της πληροφορίας (Τσελέντης, 1997).

Η τεχνική αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί την ύπαρξη τηλεφωνικών γραμμών με όλα φυσικά τα συνεπακόλουθά τους (υψηλά κοστολόγια για συνεχή μετάδοση, προβλήματα θορύβου κλπ). Πρόσφατα έχουν παρουσιαστεί και συστήματα ψηφιακής τηλε- ή ραδιο-μετάδοσης. Στην περίπτωση αυτή, η έξοδος του σεισμομέτρου στην βάση μετατρέπεται μέσω ενός αναλογικού-ψηφιακού μετατροπέα σε ψηφιακό σήμα και μετά αποστέλλεται. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι δεν επηρεάζεται το αποστελλόμενο σήμα από παρασιτικούς θορύβους που παρεμβάλλονται στη διαδρομή (Σχ.39).



Σχήμα 39: Δομή ενός σύγχρονου ψηφιακού συστήματος ραδιομετάδοσης σεισμολογικών στοιχείων. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιείται στα μικροσεισμικά δίκτυα των Παν/μίων Αθηνών και Πατρών (Τσελέντης, 1997).

Τον τελευταίο καιρό έχει αρχίσει να εφαρμόζεται και η τεχνική δορυφορικής μετάδοσης των σεισμολογικών δεδομένων, παρουσιάζει όμως το μειονέκτημα ότι προς το παρόν τουλάχιστο, έχει πολύ υψηλό κόστος μετάδοσης.

2.5. ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ - ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΛΑΔΟ

Οι σύγχρονοι σεισμολογικοί σταθμοί είναι σε θέση σήμερα να μας δώσουν μέσα σε λίγα λεπτά από τη γένεση κάποιου σεισμού ακριβή στοιχεία για τη θέση του, το βάθος του, το μέγεθός του ακόμη και λεπτομέρειες των διαδικασιών διάρρηξης. Καταλαβαίνει κανείς ότι η συλλογή τέτοιων πληροφοριών από όσον το δυνατόν περισσότερους σεισμολογικούς σταθμούς και η συνδυασμένη αξιολόγησή τους, μπορεί να μας δώσει πολύτιμα στοιχεία για το εσωτερικό της Γης, τον τρόπο αλληλεπίδρασης των διαφόρων τεκτονικών πλακών κλπ. Είναι εύλογο λοιπόν ότι από τα πρώτα βήματα της σεισμολογίας οι σεισμολόγοι κατέβαλαν προσπάθειες για τη δημιουργία ενός παγκόσμιου σεισμολογικού δικτύου.

Το 1898 ο Βρετανικός σύλλογος για την ανάπτυξη της επιστήμης μετά από σχετική πρόταση του καθηγητή Milne (Σχ.40), προτείνει να αρχίσει η δημιουργία ενός παγκόσμιου σεισμολογικού δικτύου. Αμέσως ξεκίνησε μια συνεργασία με περισσότερους από 30 επιστημονικούς οργανισμούς, (κυρίως αστρονομικά και μετεωρολογικά ινστιτούτα) και μετά από δύο περίπου χρόνια τέθηκε σε λειτουργία το πρώτο διεθνές σεισμολογικό δίκτυο που αποτελείτο από 27 σταθμούς.



Σχήμα 40: John Milne, από τους θεμελιωτές της επιστήμης της σεισμολογίας (Τσελέντης, 1997).

Παράλληλα, την ίδια περίπου εποχή, άρχισαν να εμφανίζονται αρκετοί μικροί σεισμολογικοί σταθμοί. Η σχεδίαση δε και η κατασκευή σειсмоγράφων ήταν παράλληλη με την ανάπτυξη των σεισμολογικών δικτύων. Επειδή η ζήτηση των σειсмоγράφων ήταν περιορισμένη, ήταν αδύνατη η μαζική παραγωγή, γεγονός το οποίο συντελούσε στη μεγάλη αύξηση του κόστους των οργάνων αυτών. Η μη τυποποίηση της κατασκευής των σειсмоγράφων οδήγησε σε πληθώρα τύπων οργάνων και αυτό συνετέλεσε στην ύπαρξη αρκετών προβλημάτων σε κάθε προσπάθεια σύγκρισης σειсмоγραφημάτων από διάφορους σταθμούς.

Παρά τις μεγάλες προσπάθειες που έγιναν σε παγκόσμια κλίμακα δεν κατέστη δυνατή η συνεργασία όλων των κρατών για την εγκατάσταση ενός διεθνούς σεισμολογικού δικτύου με ομοιόμορφα όργανα. Χρειάστηκε να εμφανιστεί ο κίνδυνος της πυρηνικής σύρραξης για να αναγκαστούν οι κυβερνήσεις της Ρωσίας, των Η.Π.Α. και της Αγγλίας να συναντηθούν στις αρχές του 1958 στην Γενεύη για να συζητήσουν γύρω από τον τρόπο ελέγχου των πυρηνικών δοκιμών. Φυσικά ο καλύτερος τρόπος ελέγχου ήταν η καταγραφή των προκαλούμενων από τις πυρηνικές εκρήξεις σεισμικών κυμάτων. Αμέσως, λοιπόν, τέθηκε σε λειτουργία το πρόγραμμα Wela το οποίο προέβλεπε την κατασκευή ενός διεθνούς σεισμολογικού δικτύου και τον εξοπλισμό του με ομοιόμορφα όργανα.

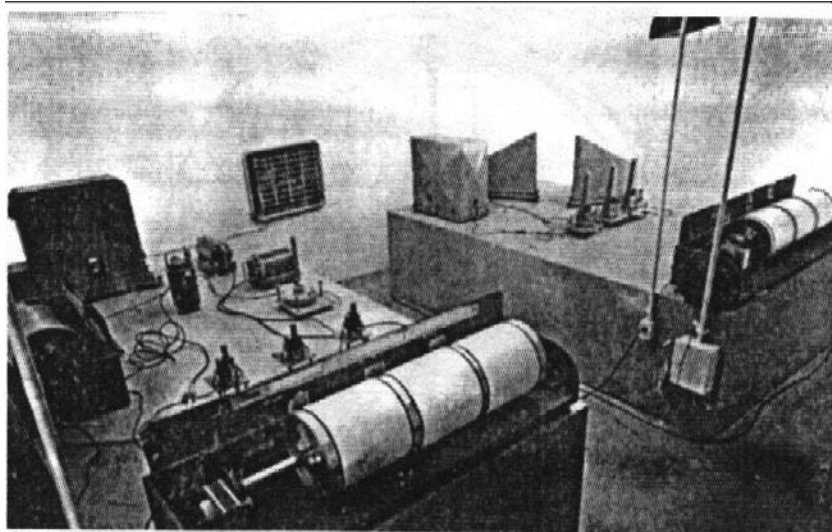


Σχήμα 41: Παγκόσμιος χάρτης στον οποίο φαίνονται οι θέσεις των σειсмоγράφων του WWSSN (Τσελέντης, 1997).

Την ευθύνη για την οργάνωση και λειτουργία του νέου δικτύου ανέλαβε ο Αμερικανικός οργανισμός U.S.C.G.S. (United States Coast and Geodetic Survey). Το δίκτυο αυτό που ονομάζεται WWSSN (World-Wide Standardized Seismograph Network) αποτελείται σήμερα από 123 σταθμούς εγκατεστημένους σε όλο τον κόσμο, με εξαίρεση τις χώρες του ανατολικού συνασπισμού και την Κίνα οι οποίες λειτουργούν δικά τους δίκτυα (Σχ.41)

Τα όργανα με τα οποία είναι εφοδιασμένοι οι σταθμοί του παγκόσμιου δικτύου είναι τρία σεισμόμετρα βραχείας περιόδου για την ευκρινή αναγραφή των κυμάτων χώρου και τρία σεισμόμετρα μακράς περιόδου για την αναγραφή των επιφανειακών κυμάτων. Σε όλα τα συστήματα χρησιμοποιείται η γαλβανομετρική ενίσχυση και καταγραφή (Σχ.42).

Τα σεισμολογικά όργανα είναι στην κυριότητα της χώρας που είναι εγκατεστημένος ο σταθμός, με την υποχρέωση να αποστέλλονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα αντίγραφα των σειсмоγραμμάτων στη διεθνή υπηρεσία σεισμολογικής ενημέρωσης N.E.I.S. (National Earthquake Information Service) στο Colorado των Η.Π.Α. Στο κέντρο αυτό τα διάφορα στοιχεία ταξινομούνται, γίνεται υπολογισμός των διαφόρων παραμέτρων των σεισμών και δημοσιεύονται σε ειδικούς καταλόγους (Σχ.43).

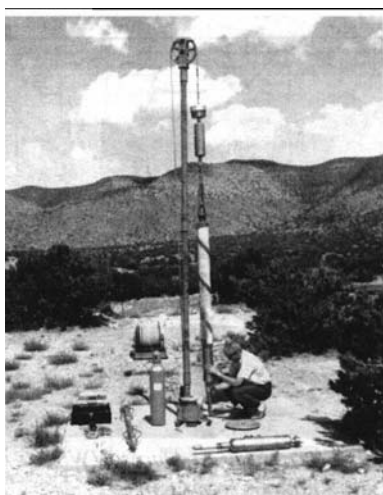


Σχήμα 42: Άποψη εσωτερικού τυπικού σταθμού WWSSN. Διακρίνονται 3 σεισμόμετρα βραχείας και 3 μακράς περιόδου (Τσελέντης, 1997).



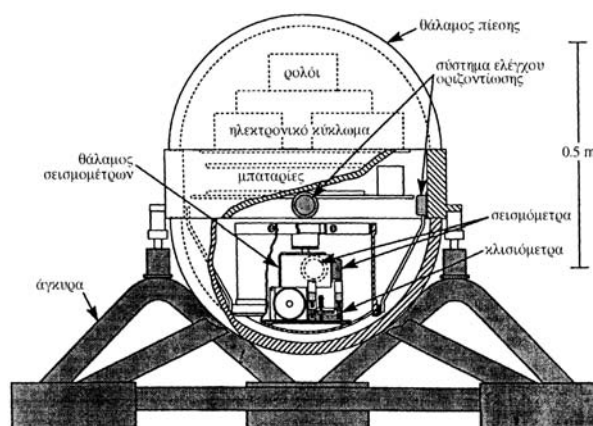
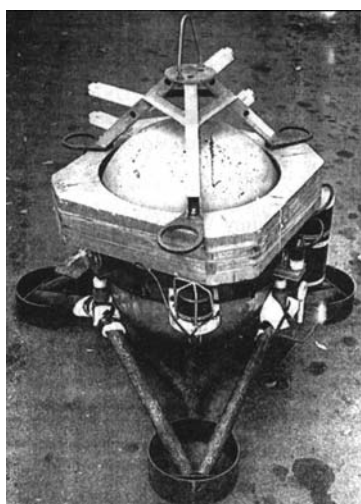
Σχήμα 43: Σεισμολόγος στο Διεθνές Σεισμολογικό Κέντρο επεξεργάζεται σεισμολογικά στοιχεία (Τσελέντης, 1997).

Πρόσφατα ένας αριθμός σταθμών έχει μετατραπεί έτσι ώστε να επιτρέπει απ' ευθείας ψηφιακή εγγραφή και το σύνολο αυτών των σταθμών αποτελούν το δίκτυο GDSN (Global Digital Seismological Network). Ένα τμήμα του GDSN αποτελούν σταθμοί που έχουν σεισμόμετρα μέσα σε γεωτρήσεις (Σχ.44) βάθους 100m και είναι γνωστοί σαν κέντρα SRO (Seismic Research Observatories).



Σχήμα 44: Εγκατάσταση οργάνου του δικτύου SRO μέσα σε γεώτρηση (Τσελέντης, 1997).

Τέλος, μια άλλη κατηγορία σεισμολογικών οργάνων είναι οι θαλάσσιοι σειсмоγράφοι. Τα όργανα αυτά έχουν τη δυνατότητα να ποντίζονται ακόμη και σε πολύ μεγάλα βάθη και να καταγράφουν με ακρίβεια τη μικροσεισμική δράση. Με τη βοήθεια καταλλήλων διατάξεων είναι δυνατόν, μετά την εκπομπή από το πλοίο συλλογής ενός ακουστικού σήματος, να απελευθερώνουν το βάρος που τα κρατά στον πυθμένα και να ανεβαίνουν στην επιφάνεια (Σχ.45).



Σχήμα 45: α) Άποψη ενός σύγχρονου θαλάσσιου σεισμογράφου, παρόμοιου με αυτόν που χρησιμοποιείται από το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.), β) κατασκευαστικές λεπτομέρειες (Τσελέντης, 1997).

3. Τοπικό Σεισμολογικό Δίκτυο Δυτικής Κρήτης - Αυτόνομος Σεισμολογικός Σταθμός

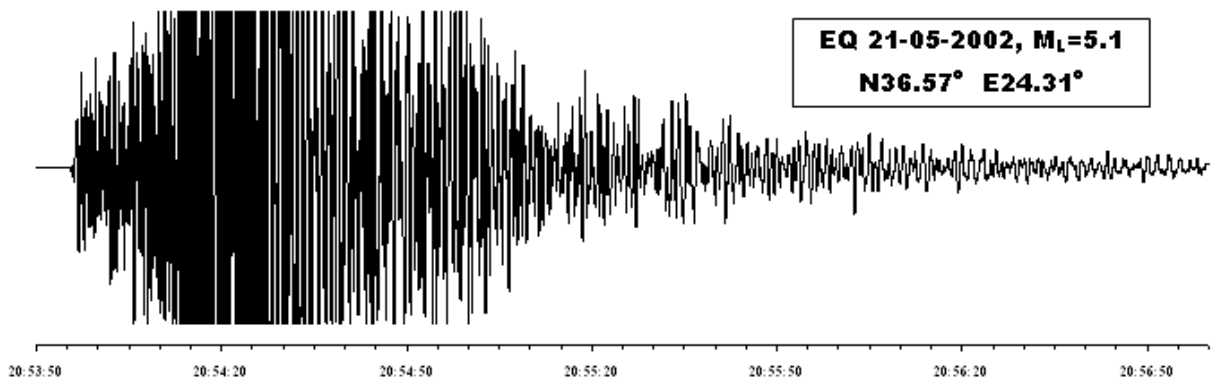
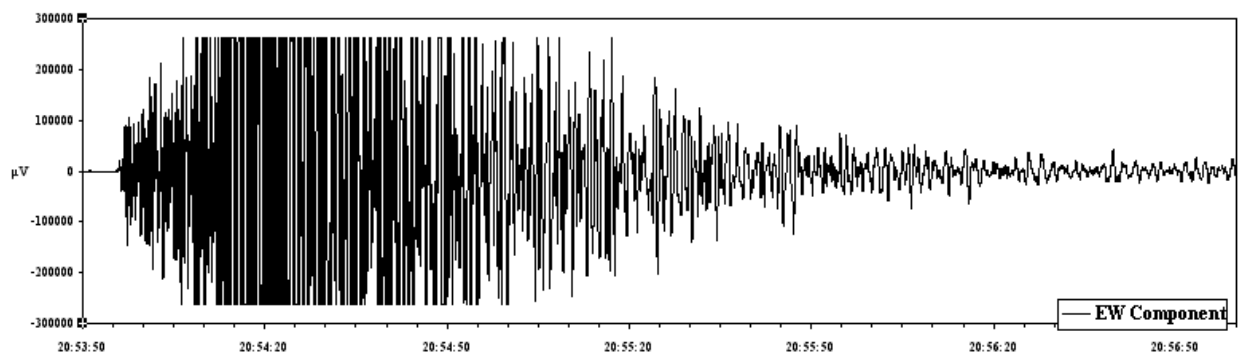
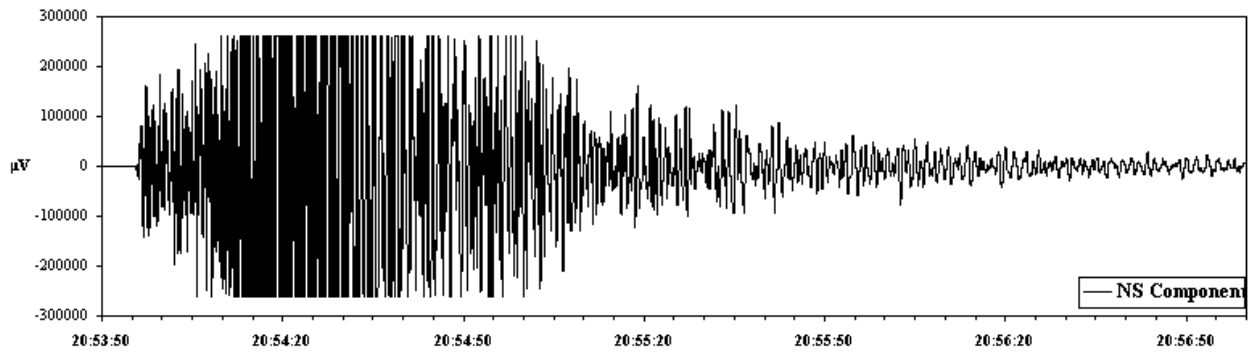
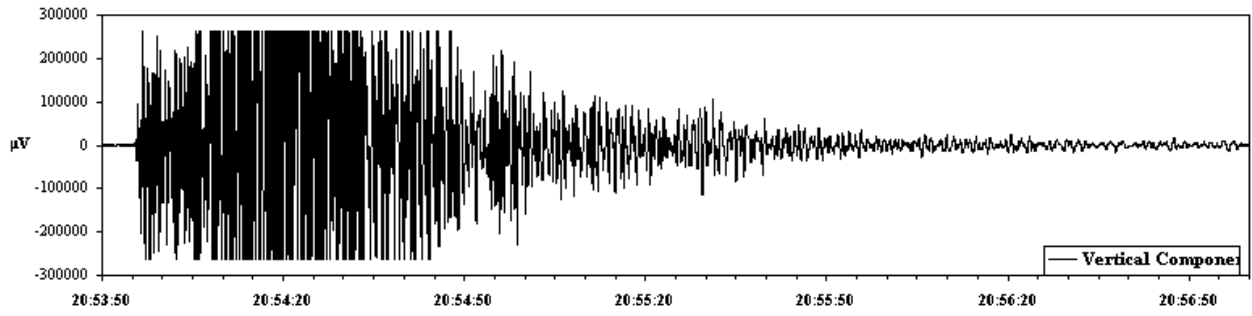
3.1. Εισαγωγή

Το τοπικό σεισμολογικό δίκτυο της Κρήτης αποτελείται από έξι αυτόνομους σεισμολογικούς σταθμούς στις περιοχές: Κάστελλος, Φουρνές, Παλαιόχωρα, Γραμβούσα, Πρασσές και Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης (Παράρτημα Χανίων). Ακολουθεί πίνακας με τις συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) κάθε σταθμού.

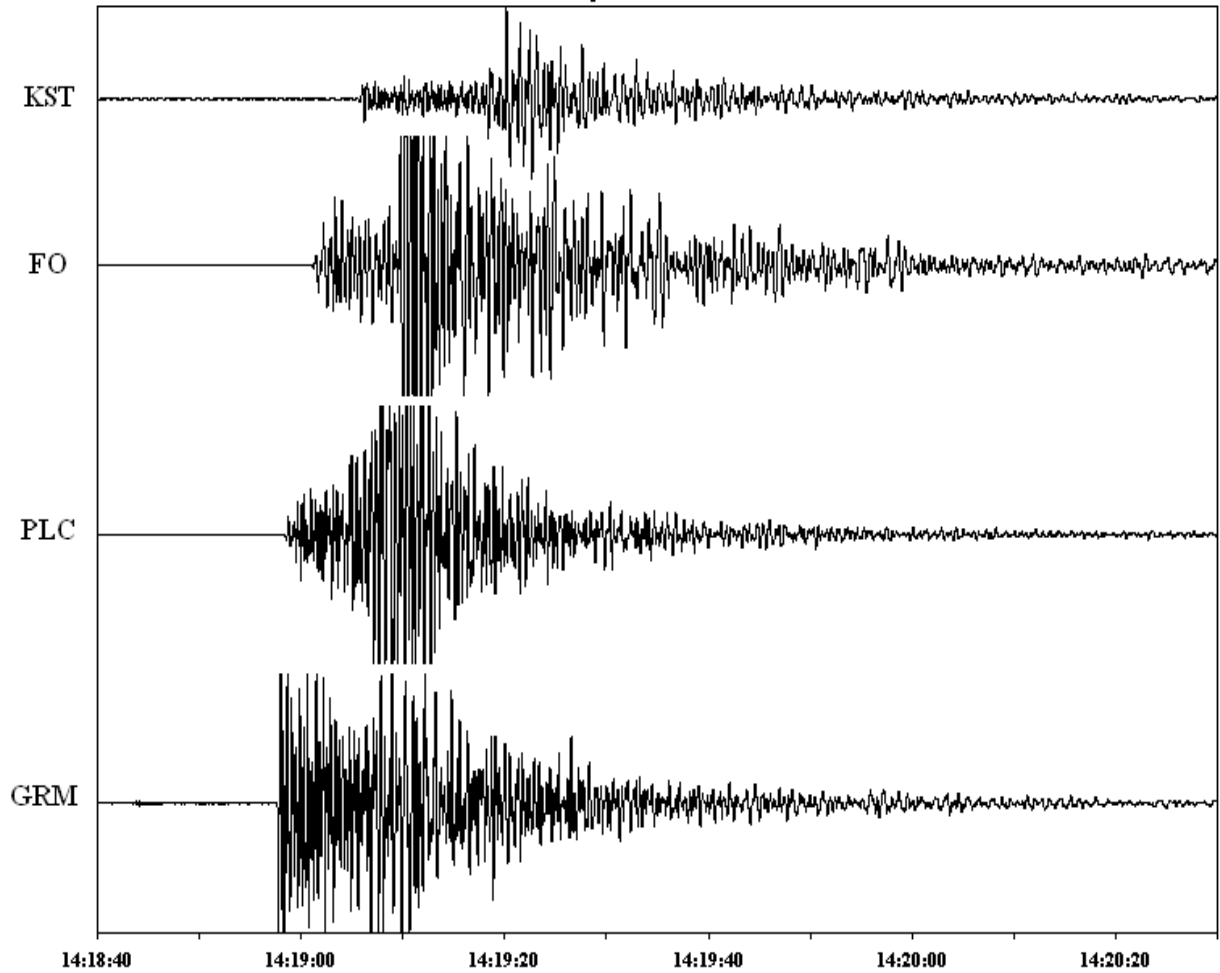
Τοποθεσία	Συντεταγμένες
<i>Γραμβούσα</i>	35.502N 23.605E
<i>Κάστελλος</i>	35.314N 24.309E
<i>Παλαιόχωρα</i>	35.229N 23.682E
<i>Πρασσές</i>	35.350N 23.832E
<i>Φουρνές</i>	35.437N 23.938E
<i>Τ.Ε.Ι. Κρήτης (παράρτημα Χανίων)</i>	35.511N 24.227E

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά δύο παραδείγματα προσδιορισμού μεγέθους σεισμού με βάση το επίκεντρο. Η διαδικασία υπολογισμού του μεγέθους με αυτό τον τρόπο παρουσιάζεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 6. Το πρώτο αναφέρεται σε ένα γεγονός που έλαβε χώρα στις 25/5/2002 και υπήρχε καταγραφή μόνο από τον σταθμό του Κάστελλου, ενώ το δεύτερο που έλαβε χώρα στις 13/3/2000, καταγράφηκε από τέσσερις σταθμούς (Γραμβούσα (GRM), Παλαιόχωρα (PLC), Φουρνές (FOU) και Κάστελλος (KST)).

EQ N36.57° E24.31° (123km NW of Chania), 21-05-2002, M_L 5.1 depth 97km



Σχήμα 46: Ο σεισμός της 25ης Μαΐου 2002 Βορειοδυτικά της Κρήτης (36.57N, 24.31E) με μέγεθος $M_L=5.1$ και βάθος 97km, όπως καταγράφηκε από το σταθμό του Κάστελλου. Ο χρόνος είναι GMT.

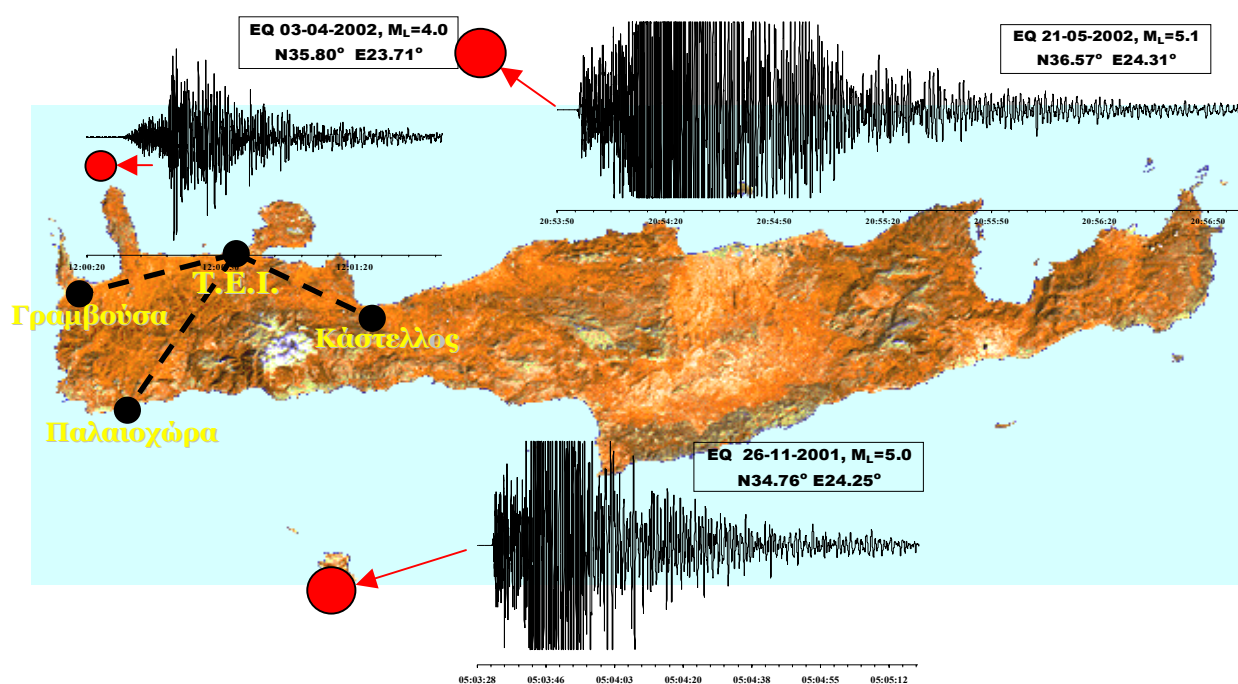


Σχήμα 47: Ο Σεισμός της 13ης Μαρτίου 2000 Βορειοδυτικά της Κρήτης (NOA: 35.57B, 23.47A και USGS: 35.46B, 23.22A) με μέγεθος (NOA: ML=4.4 και USGS: MB=4.7) όπως καταγράφηκε στους σεισμολογικούς σταθμούς του Τηλεμετρικού Δικτύου Κρήτης: Γραμβούσα (GRM), Παλαιοχώρα (PLC), Φουρνές (FOU) και Κάστελλος (KST). Ο χρόνος είναι GMT.



Φώτο 5: Αυτόνομος σεισμικός σταθμός στον Κάστελλο

Δίκτυο Σεισμολογικών Σταθμών



Σχήμα 48: Παραδείγματα καταγραφών από τους διάφορους σεισμολογικούς σταθμούς.

Κάθε αυτόνομος σεισμολογικός σταθμός αποτελείται από τα εξής:

- MARS-88/FD (Floppy Disc) σύστημα συλλογής σεισμολογικών δεδομένων
- Σεισμόμετρο Lennartz "LE-3D"
- GPS/DCF Receiver 280-0009

Παρακάτω ακολουθεί εκτενής περιγραφή του Mars-88/FD, καθώς και αναφορές του σεισμόμετρου Lennartz "LE-3D" και του GPS/DCF Receiver 280-0009.

3.2. Mars88/FD: Σύστημα Συλλογής Σεισμολογικών Δεδομένων

3.2.1. Γενικές Πληροφορίες

3.2.1.1. Εισαγωγή

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στο **MARS-88/FD** (Floppy Disc) σύστημα συλλογής σεισμολογικών δεδομένων και περιέχει πληροφορίες που αφορούν την εγκατάσταση, την λειτουργία και αναφέρει τις λειτουργικές δυνατότητες του οργάνου.

Υποδιαιρείται σε κύρια κεφάλαια, σε ένα παράρτημα και ένα τμήμα που ονομάζεται "Σημειώσεις Εφαρμογής" (Application Notes):

Γενικές Πληροφορίες	Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στο όργανο.
Εγκατάσταση	Δίνονται πληροφορίες που απαιτούνται για την εγκατάσταση του οργάνου όπως επίσης και περιβαλλοντικά όρια. Οφείλει να το συμβουλευτεί κανείς πριν την εγκατάσταση του οργάνου στην ύπαιθρο.
Βασικές Έννοιες	Πρέπει να γίνουν κατανοητές από οποιονδήποτε θέλει να κάνει χρήση αυτού του οργάνου.
Αρχές Λειτουργίας	Περιέχει πληροφορίες που απαιτούνται για τη λειτουργία στο πεδίο και πρέπει να γίνουν κατανοητές από οποιονδήποτε χρησιμοποιεί αυτό το όργανο, ακόμη και αν δεν σκοπεύει να

	μεταβάλλει κάποια από τις παραμέτρους του.
Χειρισμοί Οργάνου	Περιέχει πληροφορίες που απαιτούνται για την αλλαγή των χαρακτηριστικών ρυθμίσεων του οργάνου. Απευθύνεται ουσιαστικά στον υπεύθυνο των μετρήσεων. Ένας απλός χρήστης μπορεί να εγκαταστήσει και να χειριστεί το όργανο και χωρίς να γνωρίζει με λεπτομέρεια το περιεχόμενο αυτού του κεφαλαίου.
Σύστημα Αποθήκευσης Δεδομένων	Περιέχει ειδικά θέματα σχετικά με τις ενσωματωμένες συσκευές αποθήκευσης.
Δομή δεδομένων	Περιέχει μια λεπτομερή περιγραφή του μορφότυπου δεδομένων (data format) του Mars-88 .

Το “Εγχειρίδιο Συντήρησης” (Service Manual) περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τη δοκιμή, την ρύθμιση και την συντήρηση του οργάνου.

Είναι σκόπιμο να ανατρέξει κανείς και στις “Σημειώσεις Εφαρμογής” οι οποίες περιέχουν διάφορες συμβουλές για την ακόμη πιο αποτελεσματική λειτουργία του **Mars-88**.

3.2.1.2. Γενική Περιγραφή Οργάνου

Το **Mars-88** είναι ένα ψηφιακό σεισμολογικό μετρητικό σύστημα τριών εισόδων, που καλύπτει ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων δειγματοληψίας. Συνδυάζοντας την υψηλή τεχνολογία του ψηφιακού επεξεργαστή σήματος με έναν ισχυρό μικροεπεξεργαστή γενικής χρήσης, παρέχονται και περισσότερες δυνατότητες, όσο αναφορά τις μετρήσεις, αλλά και το σύστημα είναι πιο φιλικό προς τον χρήστη. Δυνατότητες που δεν ήταν διαθέσιμες στο παρελθόν σε φορητά συστήματα.

Για να εξασφαλίζεται η μέγιστη βεβαιότητα, όσον αναφορά την ορθή λειτουργία του οργάνου, έχουν ενσωματωθεί εκτεταμένες ρουτίνες αυτοελέγχου (self test routines). Ένα μεγάλο μέρος αυτών εκτελούνται αυτόματα, τη στιγμή που τίθεται το όργανο σε λειτουργία (power-up time). Έτσι, ο χρήστης πληροφορείται άμεσα για τυχόν ασυνέπειες που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής αυτών των ελέγχων. Επίσης, πολλές ρουτίνες δεν είναι αυτόματες, αλλά τις ενεργοποιεί ο χρήστης.

3.2.1.3. Παρελκόμενα

Ο παρακάτω πίνακα (Πιν.1) παρουσιάζει τα παρελκόμενα που παρέχονται μαζί με το **Mars-88**.

Πίνακας 1: Παρελκόμενα που περιέχονται μαζί με το Mars-88

Κιβώτιο μεταφοράς. Πρέπει να φυλάσσεται για επακόλουθες μεταφορές του οργάνου.
Mars88-DF Εγχειρίδιο λειτουργίας οργάνου.
Mars88-DF Εγχειρίδιο Συντήρησης
MARSDUMP Λογισμικό υποστήριξης σε λειτουργικό σύστημα MSDOS συνοδευόμενο από οδηγίες χρήσης.

Ο πίνακας που ακολουθεί (Πιν.2) παρουσιάζει τα προαιρετικά παρελκόμενα που είναι διαθέσιμα. Για τη σεισμολογική εφαρμογή του **Mars-88** απαιτούνται ως ελάχιστα ένας αγωγός σύνδεσης γεωφώνου, ένας αγωγός εξωτερικής παροχής τροφοδοσίας και ένας αγωγός παροχής σήματος χρονισμού.

Για την σύνδεση των παρελκόμενων που παρέχονται από την κατασκευάστρια εταιρία (Lennartz), μπορεί να χρησιμοποιηθούν δύο είδη αγωγών, ή τα προέτοιμα ή εκείνα που είναι ελεύθερα από την μια άκρη (και τοποθετεί ο χρήστης τον δικό του ακροδέκτη).

Πίνακας 2: Προαιρετικά παρελκόμενα που διαθέτονται με το Mars-88

DFC κεραία/ δέκτης με BNC ακροδέκτη
LE-3D ενεργητικό γεώφωνο 1 Hz τριών συνιστωσών
Αγωγός Πρόέκτασης (50m) για το LE-3D γεώφωνο
Καλώδιο γεωφώνου, Mars-88 ρευματοδότης, η άλλη πλευρά με καλώδιο για το LE-3D γεώφωνο , 5m
Αγωγός διασύνδεσης γεωφώνου με ελεύθερη άκρη για ακροδέκτη που παρέχεται από τον

χρήστη, 5m
Αγωγός σύνδεσης τερματικού στο Mars-88 με ακροδέκτη DB-25 θηλυκό, 5m
Αγωγός σύνδεσης τερματικού στο Mars-88 με ελεύθερη άκρη για ακροδέκτη που παρέχεται από τον χρήστη, 5m
Μονάδα τροφοδοσίας από το δίκτυο και φορτιστής εσωτερικών μπαταριών με αγωγό διασύνδεσης στο Mars-88
Αγωγός εξωτερικής τροφοδοσίας του Mars-88 με κατάλληλους ακροδέκτες για μπαταρία αυτοκινήτου
Αγωγός εξωτερικής τροφοδοσίας του Mars-88 με ελεύθερη άκρη για σύνδεση ακροδέκτη που παρέχεται από τον χρήστη.
Αγωγός παροχής σήματος χρονισμού Mars-88 με BNC ακροδέκτη, 5m
Αγωγός παροχής σήματος χρονισμού Mars-88 με ελεύθερη άκρη για σύνδεση ακροδέκτη που παρέχεται από τον χρήστη, 5 m

3.2.1.4. Αναγνώριση οργάνου (Instrument identification)

Κάθε σύστημα **Mars-88** έχει μοναδικό αριθμό σειράς (serial number) 5 ψηφίων που είναι μόνιμα αποθηκευμένο σε μνήμη ROM του οργάνου. Ο αριθμός σειράς χρησιμεύει για αναγνώριση του οργάνου, αλλά και αναγνώριση των δεδομένων που καταγράφονται στο όργανο αυτό. Επισυναπτόμενα στο όργανο υπάρχει μια πλακέτα η οποία φέρει τον αριθμό αυτό.

Οι αυτοτελείς μονάδες του μόνιμου λογισμικού υποστήριξης υλικού (firmware modules) επίσης περιέχουν αναγνωριστικούς αριθμούς απαραίτητους για την παροχή τεχνικής υποστήριξης. Ο τρόπος για εμφάνιση αυτών είναι η εντολή **identify**. Επίσης, το πρόγραμμα που περιέχεται στην EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) που βρίσκεται στο εσωτερικό του οργάνου περιέχει και αυτό αναγνωριστικούς αριθμούς. Αυτοί χρησιμεύουν μόνο για σκοπούς που έχουν να κάνουν με το εσωτερικό του οργάνου και δεν είναι τόσο σημαντικοί όσο οι ταυτότητες του μόνιμου λογισμικού υποστήριξης υλικού (firmware IDs).

3.2.2. Εγκατάσταση

3.2.2.1. Εισαγωγή

Η ενότητα περιέχει πληροφορίες για την εγκατάσταση και διασύνδεση του Mars-88. Συμπεριλαμβάνονται οι διαδικασίες αρχικής επιθεώρησης, οι απαιτήσεις σε ισχύ, οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις, οι οδηγίες εγκατάστασης, οι διαδικασίες διασύνδεσης και τέλος οδηγίες για προετοιμασία μεταφοράς και μεταφορά του οργάνου.

3.2.2.2. Αρχική Εξέταση (Initial inspection)

Το όργανο πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά, τόσο από μηχανικής όσο και από ηλεκτρονικής πλευράς, πριν τη μεταφορά του. Θα πρέπει να μην υπάρχουν κακώσεις και να βρίσκεται σε τέλεια ηλεκτρολογική κατάσταση ως τη στιγμή της παράδοσης του.

3.2.2.3. Παροχή συνεχούς ρεύματος (DC Power)

Το **Mars-88** μπορεί να λειτουργεί είτε από την ενσωματωμένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία (όπου δεν υπάρχει ανάγκη από εξωτερική πηγή τροφοδοσίας), είτε στην προσωρινή κατάσταση φόρτισης (όπου απαιτείται ένας εξωτερικός φορτιστής εσωτερικών μπαταριών), είτε από μια εξωτερική DC πηγή που παρέχει μη σταθερή τάση εύρους μεταξύ +12...+18V DC. Η ενσωματωμένη μπαταρία μπορεί να επαναφορτιστεί, παρέχοντας της μια μη σταθερή τάση εύρους +14...+18V DC.

Σημειώνεται ότι κατανάλωση ισχύος είναι περίπου 2W.

3.2.2.4. Περιβάλλον Λειτουργίας

Το όργανο για να μπορεί να λειτουργεί ορθά πρέπει να βρίσκεται σε περιβάλλον όπου πληρούνται οι προϋποθέσεις που αναφέρονται παρακάτω:

Δόνηση	Λιγότερο από 5g peak (11msec μέγιστο)
Ταλάντωση	Λιγότερο από 1.5 (10...100Hz)
Θερμοκρασία	+4°C έως +50°C
Μεταβολή θερμοκρασίας	Λιγότερο από 15°C την ώρα

Υγρασία	20% έως 80%, μη συμπυκνωμένη
Υψόμετρο	Έως 5000m

3.2.2.5. Αποθήκευση

Για αποθήκευση του οργάνου πρέπει επίσης να πληρούνται οι προϋποθέσεις που αναφέρονται παρακάτω:

Δόνηση	Λιγότερο από 60g peak (11msec μέγιστο)
Ταλάντωση	Λιγότερο από 3 (10...100Hz)
Θερμοκρασία	-22°C έως +60°C
Μεταβολή θερμοκρασίας	Λιγότερο από 30°C την ώρα
Υγρασία	10% έως 90%, μη συμπυκνωμένη
Υψόμετρο	Έως 8000m

3.2.2.6. Μεταφορά

Για μεταφορά του οργάνου πρέπει επίσης να πληρούνται οι προϋποθέσεις που αναφέρονται παρακάτω:

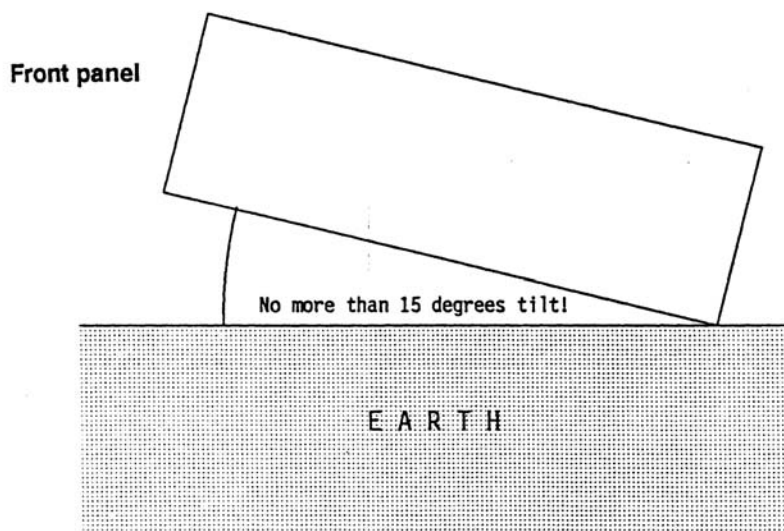
Δόνηση	Λιγότερο από 60g peak (11msec μέγιστο)
Ταλάντωση	Λιγότερο από 3 (10...100Hz)
Θερμοκρασία	-40°C έως +65°C
Μεταβολή θερμοκρασίας	Λιγότερο από 30°C την ώρα
Υγρασία	5% έως 95%, μη συμπυκνωμένη
Υψόμετρο	Έως 8000m

3.2.2.7. Απαιτήσεις Εγκατάστασης

Η μεταφορά του Mars-88 πραγματοποιείται με ειδική θήκη, η οποία του παρέχει προστασία. Το όργανο μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε περιβάλλον στο οποίο δεν παραβιάζονται οι συνθήκες που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Επειδή χρησιμοποιούνται στο όργανο οδηγοί εύκαμπτων δισκετών (floppy disk drives), δεν πρέπει αυτό να προσανατολίζεται αυθαίρετα.

Για αξιόπιστη λειτουργία των οδηγών, το όργανο πρέπει να εγκατασταθεί σε οριζόντια θέση (με τη πρόσοψη να είναι κάθετη στην επιφάνεια της γης). Η μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 15° (Σχήμα 49).



Σχήμα 49: Η μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 15° (Mars-88/FD Operating Manual)

3.2.2.8. Διασύνδεση (Interfacing)

Το Mars-88 μπορεί να λειτουργήσει ως ένα αυτόνομο όργανο χωρίς καμία διασύνδεση με εξωτερικές συσκευές (εκτός, φυσικά, από το σεισμόμετρο). Παρόλα αυτά, μπορεί να είναι επιθυμητή η χρήση τερματικής μονάδας για πιο εύκολη ρύθμιση των παραμέτρων. Επιπλέον, μπορεί να είναι επιθυμητή η χρήση εξωτερικού δέκτη σήματος χρονισμού (external time signal). Οι διαδικασίες διασύνδεσης αυτών των διατάξεων με το Mars-88 παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

3.2.2.8.1. Τύποι Ακροδεκτών

Όλοι οι ρευματοδότες είναι κυκλικοί KPTC Cannon και συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις MIL-C 26482 και VG 95328.

3.2.2.8.2. Ακροδέκτες Ρεύματος (Power Connector)

Αυτός ο ακροδέκτης χρησιμοποιείται για να συνδέει έναν εξωτερικό φορτιστή εσωτερικών μπαταριών ή μια εξωτερική μπαταρία με το σύστημα.

3.2.2.8.3. Ακροδέκτης αισθητήρα (Sensor Connector)

Χρησιμοποιείται για να συνδέει έως τρία σεισμικά κανάλια εισόδου με το όργανο. Επίσης, ο ακροδέκτης αισθητήρα διαθέτει μια επαφή βαθμονόμησης, όπως επίσης και μια επαφή τροφοδοσίας ενεργητικού αισθητήρα.

3.2.2.8.3.1. Επαφή βαθμονόμησης

Η επαφή βαθμονόμησης επιτρέπει τον τηλεχειρισμό μιας συνδεδεμένης μονάδας βαθμονόμησης. Η βαθμονόμηση μπορεί να γίνει είτε με μια απευθείας εντολή ή σε επιλεγμένες στιγμές. Σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας αυτή η έξοδος είναι σε κατάσταση υψηλής εμπέδησης. Κάθε φορά που εκκινεί βαθμονόμηση, αυτή η έξοδος γειώνεται για περίπου 0.1sec.

Μια μονάδα βαθμονόμησης που παρέχεται από τον χρήστη πρέπει να διεγείρεται μόνο κατά την άνοδο ή την κάθοδο του σήματος. Η ακριβής κυματομορφή και διάρκεια του σήματος βαθμονόμησης προς το γεώφωνο πρέπει να καθοριστεί από την εξωτερική μονάδα βαθμονόμησης.

3.2.2.8.3.2. Τροφοδοσία Ενεργητικών Αισθητήρων (Active Sensor Supply)

Η επαφή τροφοδοσίας ενεργητικού Αισθητήρα παρέχει μη σταθερή 12V DC τάση για ενεργητικούς αισθητήρες όπως είναι και το LE-3D γεώφωνο τριών συνιστωσών.

3.2.2.8.4. Ακροδέκτης εξωτερικού σήματος χρονισμού (EXT. TIME SIGNAL Connector)

Ένας δέκτης σήματος χρονισμού συνδέεται δια του ακροδέκτη 3 πόλων, με την ονομασία Ext.Time Signal.

Το όργανο δέχεται κάθε πηγή χρονισμού που παρέχει έναν παλμό ανά δευτερόλεπτο. Ένα παράδειγμα είναι το σύστημα δέκτη/κεραία DCF.

3.2.2.8.5. Ακροδέκτης Τερματικού (Terminal Connector)

Ένα τερματικό ή ένας Η/Υ που διαθέτει ένα πρόγραμμα προσομοίωσης τερματικού μπορούν να συνδεθούν διαμέσου ενός ακροδέκτη που ονομάζεται τερματικός (TERMINAL).

3.2.2.8.6. Ακροδέκτης Διέγερσης (Trigger Connector)

Ο ακροδέκτης διέγερσης είναι ταυτόχρονα εισόδου/εξόδου. Χρησιμοποιείται για να παρέχει ένα εσωτερικό σήμα διέγερσης εξόδου μόλις ενεργοποιείται η τοπική διέγερση του συστήματος. Επίσης, χρησιμοποιείται ως ακροδέκτης εισόδου εξωτερικής διέγερσης. Η είσοδος εξωτερικής διέγερσης δέχεται μια πηγή.

3.2.3. Θεμελιώδεις Έννοιες

3.2.3.1. Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή θα γίνει εισαγωγή μερικών θεμελιωδών εννοιών οι οποίες είναι απαραίτητο να γίνουν κατανοητές ώστε ο χειριστής να μπορεί να κατανοήσει τι πραγματικά συμβαίνει με το σύστημα και πως μπορούν να αναιρεθούν κάποιες ασυνέπειες στην λειτουργία.

3.2.3.2. Συντομεύσεις και άλλα ειδικά στοιχεία

Οι ακόλουθες συντομεύσεις και όροι χρησιμοποιούνται καθ' όλη την έκταση αυτού του κειμένου:

Sample or smp	Σε ένα ψηφιακό σύστημα όπως είναι το Mars-88, τα δεδομένα ψηφιοποιούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αν ο ρυθμός δειγματοληψίας (sampling rate) είναι 125 Hz, αυτό σημαίνει ότι κάθε 8 milliseconds, λαμβάνεται ένα δείγμα από τα δεδομένα. Στην οθόνη του οργάνου, η λέξη 'sample' αναγράφεται συντομογραφικά 'smp'.
LSB	Λιγότερο σημαντικό Ψηφίο (Least Significant Bit). Είναι το ελάχιστο ψηφίο σε μια λέξη δεδομένων (data word), ή η 'μονάδα' των ψηφιακών δεδομένων.
Count ή c	Ίδιο με το LSB. Αν μια λέξη δεδομένων έχει την τιμή 57, έχει 57 counts. Στην οθόνη του οργάνου, η λέξη 'count' αναγράφεται συντομογραφικά 'c'.
FSC	Συντομογραφία του όρου 'FULL SCALE'

	(πλήρης κλίμακα)
fs	Συντομογραφία του sampling rate (ρυθμού δειγματοληψίας). Για παράδειγμα, αν ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι 8 msec, τότε ο fs είναι 125 Hz.
Block ή blk	<p>Το Mars-88 καταγράφει δεδομένα όχι σε διαρκή ροή, αλλά ομαδοποιημένα σε blocks. Ένα block περιέχει 1024 bytes. Από αυτά, τα 24 bytes ονομάζονται πληροφορίες επικεφαλίδας (header information) και τα 1000 που απομένουν περιέχουν 500 δείγματα (2 bytes για κάθε δείγμα). Η χρονική διάρκεια ενός block (σε sec) είναι επομένως η μισή του ρυθμού δειγματοληψίας (σε msec). Για παράδειγμα, στα 8 msec δειγματοληψία, ένα block έχει χρονική διάρκεια 4 sec.</p> $4 \text{ sec} = 500 \text{ samples} \times 8 \frac{\text{m sec}}{\text{sample}}$

3.2.3.3. Measurement System (Σύστημα Μέτρησης)

Ο όρος σύστημα μέτρησης (measurement system) αναφέρεται στο τμήμα της διάταξης που εμπλέκεται ενεργά στην απόκτηση δεδομένων (data acquisition). Εφόσον το σύστημα μέτρησης είναι στην κατάσταση **on** (mea_mode on), τα δεδομένα ψηφιοποιούνται και αποθηκεύονται στην μνήμη.

Όταν το σύστημα μέτρησης είναι στην κατάσταση **off** (mea_mode off), δεν γίνεται απόκτηση δεδομένων, αλλά το ρολόι (clock), ο διαχειριστής της βάσης δεδομένων (database manager) και τα προγράμματα διασύνδεσης (user interface programs) του χρήστη λειτουργούν κανονικά.

Για τη διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων, βασικές εφαρμογές επιτρέπονται μόνο όταν το σύστημα μέτρησης είναι στη θέση **off**. Παραδείγματος χάρη: αλλαγή του ρυθμού δειγματοληψίας, αλλαγή στις κλίμακες του προενισχυτή, χειροκίνητη εγκατάσταση ώρας.

3.2.3.4. Timing System (σύστημα χρονισμού)

Εφόσον το **Mars-88** χρησιμοποιεί τον χρόνο ως κλειδί για το σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων του (database management system), ο κατάλληλος συγχρονισμός είναι πολύ σημαντικός!

Το **Mars-88** δεν αρχίζει να μετράει αν πριν δεν έχει αναγνωριστεί ένας έγκυρος χρόνος (valid time). Έτσι, είναι αναγκαία η εξασφάλιση κατάλληλης λήψης και αποκωδικοποίησης του DCF-77 σήματος χρονισμού (DCF-77 time signal), ή η ρύθμιση της ώρας χειροκίνητα.

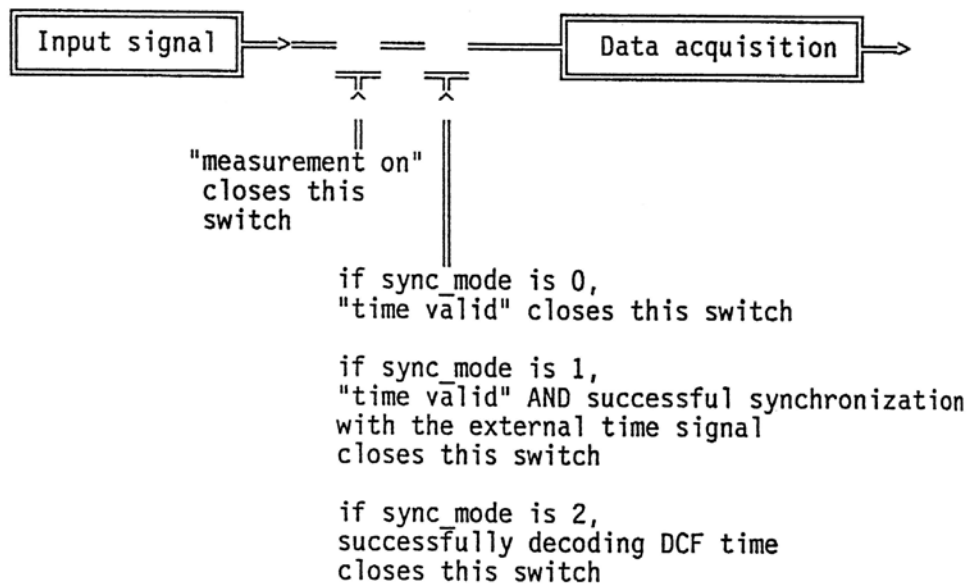
Υπάρχουν τρεις μέθοδοι λειτουργίας για το **Σύστημα Χρονισμού**:

sync_mode 0	Ο χρόνος θέτεται χειροκίνητα και το εσωτερικό ρολόι <u>δεν</u> είναι συγχρονισμένο με ένα εξωτερικό 1pps σήμα, έστω και αν υπάρχει.
sync_mode 1	Ο χρόνος θέτεται χειροκίνητα. Γίνεται προσπάθεια συγχρονισμού του εσωτερικού ρολογιού με ένα εξωτερικό 1pps σήμα. Κατά την διάρκεια που δεν υπάρχει εξωτερικό σήμα, το εσωτερικό ρολόι λειτουργεί κανονικά.
sync_mode 2	Ο χρόνος ρυθμίζεται με αποκωδικοποίηση του DCF-77, και το εσωτερικό ρολόι είναι συγχρονισμένο με τους παλμούς 1Hz που μεταφέρονται από το DCF-77. Το sync_mode 2 δεν είναι χρήσιμο σε περιοχές εκτός λήψης του σήματος DCF-77.

3.2.3.5. Προϋποθέσεις για έναρξη της διαδικασίας Απόκτησης Δεδομένων (starting data acquisition)

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος μέτρησης και ενός απλού ηλεκτρικού ανάλογου σχηματικού διαγράμματος. Η απόκτηση δεδομένων μπορεί να

γίνει μόνο εάν και οι δύο "διακόπτες" είναι κλειστοί. Η σειρά με την οποία κλείνουν αυτοί οι "διακόπτες" δεν έχει σημασία.



Σχήμα 50: Απεικόνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του συστήματος μέτρησης και ενός απλού ηλεκτρικού ανάλογου σχηματικού διαγράμματος (Mars-88/FD Operating Manual)

3.2.3.6. Προϋποθέσεις για τερματισμό του Συστήματος Απόκτησης Δεδομένων (terminating data acquisition)

Όπως έγινε κατανοητό από το προηγούμενο παράδειγμα, η απόκτηση δεδομένων μπορεί να λάβει χώρα μόνο όταν και οι δύο "διακόπτες" είναι κλειστοί. Θα ανέμενε κανείς πως "ανοίγοντας" έναν από τους δύο "διακόπτες" θα τερματιζόταν η απόκτηση δεδομένων. Κατ' αρχήν, αυτό είναι σωστό, αλλά η απόκτηση δεδομένων δεν θα τερματιστεί αμέσως. Το block δεδομένων που εκείνη την στιγμή συλλέγεται, πρώτα ολοκληρώνεται και μετά γίνεται η διακοπή. Έτσι, αμέσως μετά τον ορισμό της εντολής measurement off ή time clear, το σύστημα δεν τερματίζει απευθείας την διαδικασία μέτρησης. Η λανθάνουσα κατάσταση εξαρτάται από τον ρυθμό δειγματοληψίας. Για χαμηλούς ρυθμούς, η λανθάνουσα κατάσταση μπορεί να είναι της τάξης των δεκάτων του δευτερολέπτου. Στην διάρκεια αυτού του χρόνου, το σύστημα δεν δέχεται οποιαδήποτε άλλη εντολή.

3.2.3.7. Προσωρινή αναστολή της απόκτησης δεδομένων (temporary suspension of data acquisition)

Αν όλα τα ελεύθερα blocks της μνήμης πληρωθούν, το σύστημα συνεχίζει να μετρά, αλλά δεν καταγράφει πάνω από τα ήδη καταγεγραμμένα δεδομένα στην μνήμη. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα blocks που λαμβάνονται από εκείνη τη στιγμή και μετά θα απορρίπτονται αμέσως. Αυτή η κατάσταση συνεχίζεται έως ότου τα ελεύθερα blocks της μνήμης ελευθερωθούν ξανά.

3.2.3.8. Σύστημα Διέγερσης (Triggering System)

Αυτή η ενότητα σχετίζεται με την συνάρτηση του αλγορίθμου διέγερσης που λειτουργεί μέσα στο σύστημα του Mars-88. Η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του συστήματος διέγερσης είναι θεμελιώδης της αρχής λειτουργίας του οργάνου.

3.2.3.8.1. ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ STA/LTA

A) ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα δίκτυο (ή έστω ένας μεμονωμένος σεισμολογικός σταθμός) που λειτουργούν διαρκώς με υψηλή δειγματοληψία, παράγουν μια τεράστια ποσότητα δεδομένων, τα οποία είναι συχνά δύσκολο να αποθηκευτούν (και να αναλυθούν) τοπικά ή ακόμη και στον κεντρικό σταθμό συλλογής δεδομένων. Το γεγονός αυτό ώθησε τους σεισμολόγους να επινοήσουν τη μέθοδο συλλογής σεισμολογικών δεδομένων με διαδικασία διέγερσης (triggered seismic data acquisition). Όταν ένας σεισμολογικός σταθμός ή ένα σεισμολογικό δίκτυο δεν ευρίσκονται σε κατάσταση διέγερσης, συνεχίζουν να επεξεργάζονται όλα τα εισερχόμενα σεισμικά σήματα σε πραγματικό χρόνο (real time) ή σε προσεγγιστικά πραγματικό χρόνο (near-real-time), αλλά τα εισερχόμενα δεδομένα δεν αποθηκεύονται σε συνεχή βάση και μονίμως. Ένα λογισμικό επεξεργασίας - αλγόριθμος διέγερσης- έχει την ικανότητα να εντοπίσει τυπικά σεισμικά σήματα (σεισμοί, ελεγχόμενες πηγές σεισμικών σημάτων, σήματα από υπόγειες πυρηνικές εκρήξεις, κλπ) στο συνεχές σεισμικό υπόβαθρο. Τη στιγμή που εντοπίζεται ένα σεισμικό γεγονός, τότε αρχίζει η καταγραφή και η αποθήκευση των εισερχόμενων σημάτων. Η διαδικασία σταματά όταν ο αλγόριθμος διέγερσης "δηλώσει" τη λήξη του σεισμικού σήματος.

Αν γίνει σύγκριση μεταξύ των αυτόματων αλγορίθμων διέγερσης και της ικανότητας αναγνώρισης ενός σεισμολόγου, όσο αναφορά τη μελέτη ενός σειсмоγράμματος, αποδεικνύεται ότι οι αλγόριθμοι είναι σχετικά μη αποτελεσματικοί. Η ανθρώπινη ικανότητα βασίζεται στην εμπειρία, καθώς και στην τεράστια χωρητικότητα που διαθέτει το ανθρώπινο μυαλό. Υπάρχουν λίγες εξαιρέσεις πολύ σύνθετων ανιχνευτών, οι οποίοι προσεγγίζουν την ανθρώπινη αυτή ικανότητα. Στην πράξη, σε πολλές περιπτώσεις οι αυτόματοι αλγόριθμοι διέγερσης είτε χάνουν δεδομένα είτε

δημιουργούν καταγραφές διέγερσης που δεν αντιστοιχούν σε σεισμικά σήματα. Επίσης, μικρού πλάτους σεισμικά σήματα συχνά δεν δύνανται να διαχωριστούν από το σεισμικό θόρυβο, κι επομένως χάνονται. Από την άλλη, αν ο αλγόριθμος διέγερσης ρυθμιστεί να είναι πολύ ευαίσθητος, τότε καταγράφονται εσφαλμένες διεγέρσεις που οφείλονται σε διάφορες ανωμαλίες και κατά τόπους υπερβολικό σεισμικό θόρυβο. Οι εσφαλμένες διεγέρσεις επιβαρύνουν αργότερα τη κατοπινή ανάλυση των δεδομένων και καταλαμβάνουν πολύτιμη μνήμη στο καταγραφικό σύστημα. Συνεπώς, οποιαδήποτε συλλογή δεδομένων, με τη μέθοδο διέγερσης, λειτουργεί ως εμπόδιο για την πλήρη εγγραφή των σεισμολογικών δεδομένων και παράγουν μια επιπλέον εργασία ήτοι το ξεκαθάρισμα των εσφαλμένων καταγραφών.

Ο πιο απλός αλγόριθμος διέγερσης είναι το κατώφλι πλάτους διέγερσης. Αυτός απλά εντοπίζει κάθε πλάτος σεισμικού σήματος που υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο κατώφλι οπότε και εκκινά η καταγραφή. Ο αλγόριθμος αυτός σπάνια χρησιμοποιείται στην ασθενούς κίνησης σεισμολογία (weak motion seismology), αλλά συνηθίζεται η χρήση του στα ισχυρής σεισμικής κίνησης όργανα (strong motion), τα οποία δεν είναι συστήματα υψηλής ευαισθησίας. Συνεπώς, πλάτη σεισμικού θορύβου, ο οποίος προέρχεται από τον άνθρωπο και τη φύση, είναι πολύ μικρότερα από τα σήματα με τα οποία διεγείρονται τα όργανα αυτά.

Το κατώφλι διέγερσης RMS (root-mean-square) είναι όμοιο με τον αλγόριθμο κατωφλίου πλάτους, εκτός από το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται οι τιμές RMS του πλάτους σε ένα παράθυρο μικρού χρόνου, αντί του "στιγμιαίου" πλάτους σήματος. Είναι λιγότερο ευαίσθητο στον σεισμικό θόρυβο που προέρχεται από τον άνθρωπο, αλλά παρ' όλ' αυτά σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη.

Σήμερα η STA/LTA διέγερση (short-time-average δια long-time-average διέγερση) είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος αλγόριθμος στην ασθενούς κίνησης σεισμολογία. Υπολογίζει συνεχώς τις μέσες τιμές των απολύτων πλατών ενός σεισμικού σήματος σε δύο διαδοχικά κινούμενα παράθυρα. Το μικρό χρονικό παράθυρο (STA) είναι ευαίσθητο στα σεισμικά γεγονότα, ενώ το μεγάλο χρονικό παράθυρο (LTA) παρέχει πληροφορίες για το επίπεδο του σεισμικού υποβάθρου στην περιοχή. Όταν ο λόγος των δύο υπερβαίνει μια τιμή που έχει οριστεί από πριν, "δηλώνεται" η ύπαρξη γεγονότος και τα δεδομένα ξεκινούν να καταγράφονται σε ένα αρχείο.

Πάρα πολλοί αλγόριθμοι διέγερσης είναι γνωστοί στη βιβλιογραφία, αλλά χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια στα εν ενεργεία σεισμικά μετρητικά συστήματα.

Η επιτυχής καταγραφή των σεισμικών γεγονότων εξαρτάται από τις κατάλληλες ρυθμίσεις των παραμέτρων διέγερσης. Παρακάτω εξηγείται η λειτουργία διέγερσης του αλγορίθμου STA/LTA και παρουσιάζονται οι βασικές αρχές που διέπουν την επιλογή των παραμέτρων του.

B) ΣΚΟΠΟΣ

Η STA/LTA διέγερση συνήθως χρησιμοποιείται σε ασθενούς κίνησης εφαρμογές, στις οποίες γίνεται προσπάθεια καταγραφής όσο το δυνατόν περισσότερων σεισμικών γεγονότων. Αυτές είναι οι εφαρμογές, όπου ο STA/LTA αλγόριθμος είναι περισσότερο χρήσιμος. Είναι ο αλγόριθμος διέγερσης που χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα σε φορητούς σεισμικούς καταγραφείς, όπως επίσης και σε πολλά λογισμικά πακέτα επεξεργασίας πραγματικού χρόνου (real time) των ασθενούς κίνησης σεισμικών δικτύων. Ενδέχεται να είναι ακόμη χρήσιμος σε πολλές ισχυρής κίνησης εφαρμογές, εκτός και αν το ενδιαφέρον περιορίζεται μόνο στους ισχυρότερους σεισμούς.

Η STA/LTA διέγερση βελτιώνει σημαντικά την καταγραφή των μικρών σεισμών σε σύγκριση με τους αλγόριθμους κατωφλίου πλάτους διέγερσης. Συγχρόνως, μειώνει τον αριθμό των εσφαλμένων καταγραφών λόγω του σεισμικού θορύβου, ο οποίος προέρχεται από την φύση και τον άνθρωπο. Επίσης, επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων σεισμών.

Οι ρυθμίσεις των παραμέτρων STA/LTA διέγερσης είναι πάντοτε μια εξισορρόπηση ανάμεσα σε πάρα πολλές σεισμολογικές και οργανολογικές θεωρίες. Σκοπός της έρευνας, για τις ιδανικές ρυθμίσεις των παραμέτρων, είναι η υψηλότερη πιθανή ευαισθησία του σεισμικού σταθμού, για ένα δεδομένο τύπο σεισμικών σημάτων, σε ένα σταθερό ανεκτό αριθμό εσφαλμένων διεγέρσεων.

Η STA/LTA διέγερση είναι η πιο κατάλληλη σε σεισμικά ήσυχες περιοχές όπου ο σεισμικός θόρυβος που προέρχεται από τη φύση (π.χ. θαλάσσιος θόρυβος) είναι ο επικρατών τύπος σεισμικού θορύβου. Είναι, επίσης, αποτελεσματική στην περίπτωση μεταβολών σε ένα διαρκή ανθρωπογενή σεισμικό θόρυβο. Τέτοιες μεταβολές, για παράδειγμα, συμβαίνουν λόγω της εναλλαγής των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων μεταξύ μέρας και νύχτας σε αστικές περιοχές ή κοντά σε αυτές. Ο STA/LTA αλγόριθμος είναι λιγότερο αποτελεσματικός αν υπάρχει ακανόνιστος μεγάλου πλάτους σεισμικός θόρυβος, ο οποίος είναι συχνά τύπου αιχμής ή ριπής.

C) ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο STA/LTA αλγόριθμος συνεχώς παρακολουθεί την εξέλιξη των μεταβολών του πλάτους του σεισμικού θορύβου στην περιοχή όπου βρίσκεται ο σεισμικός σταθμός και αυτομάτως ρυθμίζει την ευαισθησία του σεισμικού σταθμού στο πραγματικό επίπεδο σεισμικού θορύβου. Ως αποτέλεσμα, πετυχαίνεται μια σημαντικά υψηλότερη ευαισθησία του συστήματος κατά τη διάρκεια ήσυχων σεισμικά περιόδων και ένας σημαντικά μεγάλος αριθμός εσφαλμένων καταγραφών διέγερσης παρεμποδίζεται, ή το λιγότερο περιορίζεται, κατά τη διάρκεια περιόδων σεισμικού θορύβου. Οι υπολογισμοί εκτελούνται επανειλημμένα σε πραγματικό χρόνο (real time). Αυτή η επεξεργασία συνήθως λαμβάνει χώρα ανεξάρτητα σε όλα τα κανάλια ενός σεισμικού καταγραφέα ή ενός σεισμικού δικτύου.

Ο STA/LTA αλγόριθμος επεξεργάζεται φιλτραρισμένα σεισμικά σήματα σε δύο κινούμενα παράθυρα –ένα STA παράθυρο και ένα LTA παράθυρο. Το STA υπολογίζει το “στιγμιαίο” πλάτος του σεισμικού σήματος και διερευνά την πραγματοποίηση κάποιου σεισμού. Το LTA “παρακολουθεί” το τρέχων μέσο πλάτος του σεισμικού θορύβου.

Αρχικά υπολογίζεται το απόλυτο πλάτος κάθε δείγματος δεδομένων ενός εισερχόμενου σήματος. Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή των απολύτων πλατών και στα δύο παράθυρα. Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός του λόγου των δύο τιμών (λόγος STA/LTA). Αυτός ο λόγος συγκρίνεται σε συνεχή βάση με μια τιμή κατωφλίου που έχει ορίσει από πριν ο χρήστης (STA/LTA επίπεδο κατωφλίου διέγερσης). Αν ο λόγος υπερβαίνει τη τιμή κατωφλίου, δηλώνεται η διέγερση μιας συνιστώσας. Η διέγερση ενός διαύλου δε σημαίνει απαραίτητα ότι ένα πολυδιαυλικό μετρητικό σύστημα ή ένα δίκτυο σταθμών ξεκινά να καταγράφει σεισμικά σήματα. Όλα τα σεισμολογικά δίκτυα και οι περισσότεροι σεισμικοί καταγραφείς έχουν μηχανισμό “ψηφοφορίας διέγερσης” (trigger voting) ενσωματωμένο ο οποίος καθορίζει πόσα και ποια κανάλια πρέπει να έχουν διεγερθεί, πριν το όργανο ή το δίκτυο πραγματικά αρχίσει να καταγράφει δεδομένα. Ας υποθέσουμε όμως, για ερμηνευτική απλότητα και ευκολία κατανόησης, ότι μια διέγερση ενός διαύλου είναι ισοδύναμη με τη διέγερση του δικτύου ή του καταγραφέα.

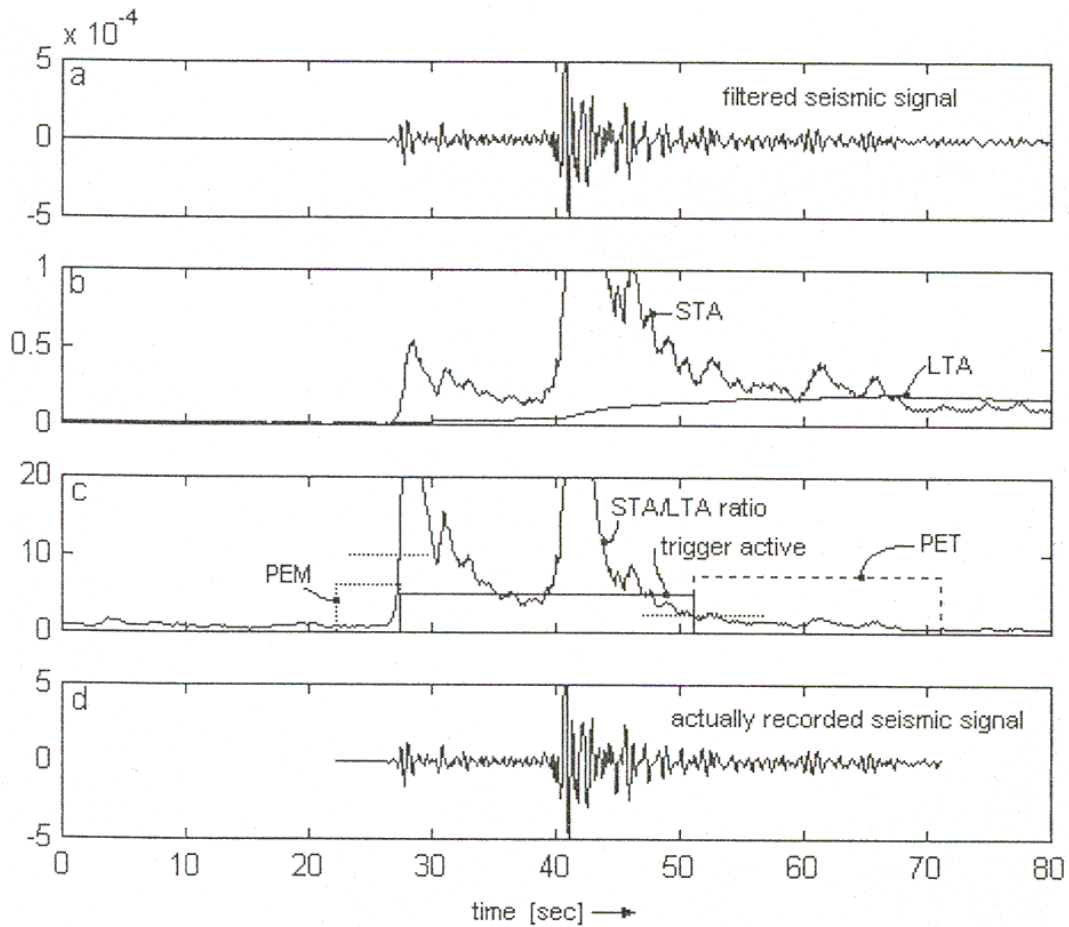
Εφόσον το σεισμικό σήμα στο δίαυλο επανέρχεται βαθμιαία στο υπόβαθρο, συνακόλουθα σταματά και η διέγερση. Αυτό συμβαίνει όταν ο τρέχων STA/LTA λόγος πέσει κάτω από το επίπεδο κατωφλίου αποδιέγερσης που έχει προεπιλέξει ο χρήστης. Προφανώς, το επίπεδο STA/LTA αποδιέγερσης θα πρέπει να είναι χαμηλότερο (ή σπανίως ίσο) με το STA/LTA επίπεδο κατωφλίου διέγερσης.

Μαζί με τα δεδομένα που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του χρόνου που η διέγερση είναι ενεργή, τα σεισμικά δίκτυα και οι σεισμικοί καταγραφείς προσθέτουν μια συγκεκριμένη ποσότητα σεισμικών δεδομένων στο αρχείο του γεγονότος πριν τη διέγερση, PEM δεδομένα (pre-event-time). Μετά τον τερματισμό της διέγερσης, επίσης, προστίθενται και τα PET δεδομένα (post-event-time).

Για μεγαλύτερη κατανόηση των παραπάνω, το Σχήμα 51 δείχνει ένα τυπικό τοπικό γεγονός και τις μεταβλητές διέγερσης (απλοποιημένες) κατά τη διάρκεια STA/LTA διέγερσης. Στο γράφημα (a) απεικονίζεται ένα εισερχόμενο συνεχές σεισμικό σήμα (φιλτραρισμένο). Το γράφημα (b) παρουσιάζει ένα μέσο απόλυτο σήμα των STA και LTA παραθύρων αντιστοίχως, όπως κινούνται στο χρόνο προς τη δεξιά μεριά του γραφήματος, ενώ το γράφημα (c) απεικονίζει το λόγο των δύο. Επίσης επιδεικνύεται: η φάση όπου η διέγερση είναι ενεργή (ορθογώνιο με συνεχή γραμμή), ο χρόνος μετά την διέγερση (PET=post-event-time) και ο χρόνος πριν τη διέγερση (PEM=pre-event-time) (ορθογώνια με διακεκομμένη γραμμή). Σε αυτό το παράδειγμα, η παράμετρος που ορίζει το επίπεδο κατωφλίου διέγερσης είχε οριστεί με την τιμή 10 και το επίπεδο κατωφλίου

αποδιέγερσης με τη τιμή 2 (δύο μικρές οριζόντιες διακεκομμένες γραμμές). Είναι φανερό πως η διέγερση ενεργοποιήθηκε όταν ο λόγος STA/LTA υπερέβη τη τιμή 10 και σταμάτησε όταν έπεσε κάτω από τη τιμή 2. Στο γράφημα (d) φαίνεται το αρχείο των πραγματικών δεδομένων που είχαν καταγραφεί.

Στην πραγματικότητα, οι STA/LTA διεγέρσεις είναι συνήθως ελαφρώς πιο πολύπλοκες. Πάντως οι λεπτομέρειες δεν είναι τόσο ουσιώδεις για την κατανόηση και την κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων διέγερσης.



Σχήμα 51: Ένα τυπικό τοπικό γεγονός και οι μεταβλητές διέγερσης (απλοποιημένες) κατά τη διάρκεια STA/LTA διέγερσης (<http://www.seismo.com/>)

D) ΠΩΣ ΡΥΘΜΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ STA/LTA

Για να θέσει κάποιος τις βασικές παραμέτρους αλγορίθμου STA/LTA διέγερσης πρέπει να επιλέξει τα εξής:

- Διάρκεια παραθύρου STA
- Διάρκεια παραθύρου LTA
- Επίπεδο κατωφλίου STA/LTA διέγερσης
- Επίπεδο κατωφλίου STA/LTA αποδιέγερσης

Είναι γεγονός ότι η ιδανική διέγερση ενός σεισμικού καταγραφέα ή δικτύου δεν εξαρτάται μόνο από αυτές τις παραμέτρους. Υπάρχουν, επίσης, τέσσερις ακόμη σχετικοί παράμετροι, οι οποίες μόνο αν εναρμονίζονται με τις παραμέτρους διέγερσης, εξασφαλίζουν ιδανικά δεδομένα. Αυτές είναι:

- Φίλτρα διέγερσης
- PEM (pre-event time)
- PET (post-event time)
- Διαδικασία "Ψηφοφορίας Διέγερσης" (Trigger Voting Scheme)

Αν και αυτές οι επιπρόσθετες παράμετροι δε σχετίζονται άμεσα με τον STA/LTA αλγόριθμο διέγερσης, θα γίνει αναφορά σε αυτές, έτσι ώστε να σχηματιστεί μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το θέμα.

Οι ρυθμίσεις των παραμέτρων διέγερσης STA/LTA και των σχετιζόμενων παραμέτρων εξαρτώνται από τον σκοπό της εφαρμογής, από το επίπεδο σεισμικού θορύβου της περιοχής, από τις ιδιότητες των σεισμικών σημάτων σε μια δεδομένη περιοχή και από τον τύπο του αισθητήρα που χρησιμοποιείται. Όλα αυτά τα ζητήματα ποικίλουν ευρέως μεταξύ των εφαρμογών και μεταξύ σεισμικών περιοχών. Προφανώς, δεν υπάρχει κάποιος γενικός-μοναδικός κανόνας για τη ρύθμισή τους. Κάθε εφαρμογή και κάθε σεισμική περιοχή απαιτεί κάποια μελέτη, αφού μόνο η εμπειρία στην πράξη μπορεί να προσδιορίσει τις πραγματικές ιδανικές ρυθμίσεις διέγερσης.

Σημειώνεται ότι τα λογισμικά πακέτα των σεισμικών καταγραφών και δικτύων περιέχουν μια ομάδα από αρχικές τιμές παραμέτρων διέγερσης και σχετιζόμενων με αυτές παραμέτρων (ρυθμίζονται από το εργοστάσιο). Σπανίως είναι ιδανικές οι τιμές αυτές και επομένως πρέπει να ρυθμίζονται, έτσι ώστε να γίνονται αποτελεσματικές για κάθε εφαρμογή. Για καλύτερα

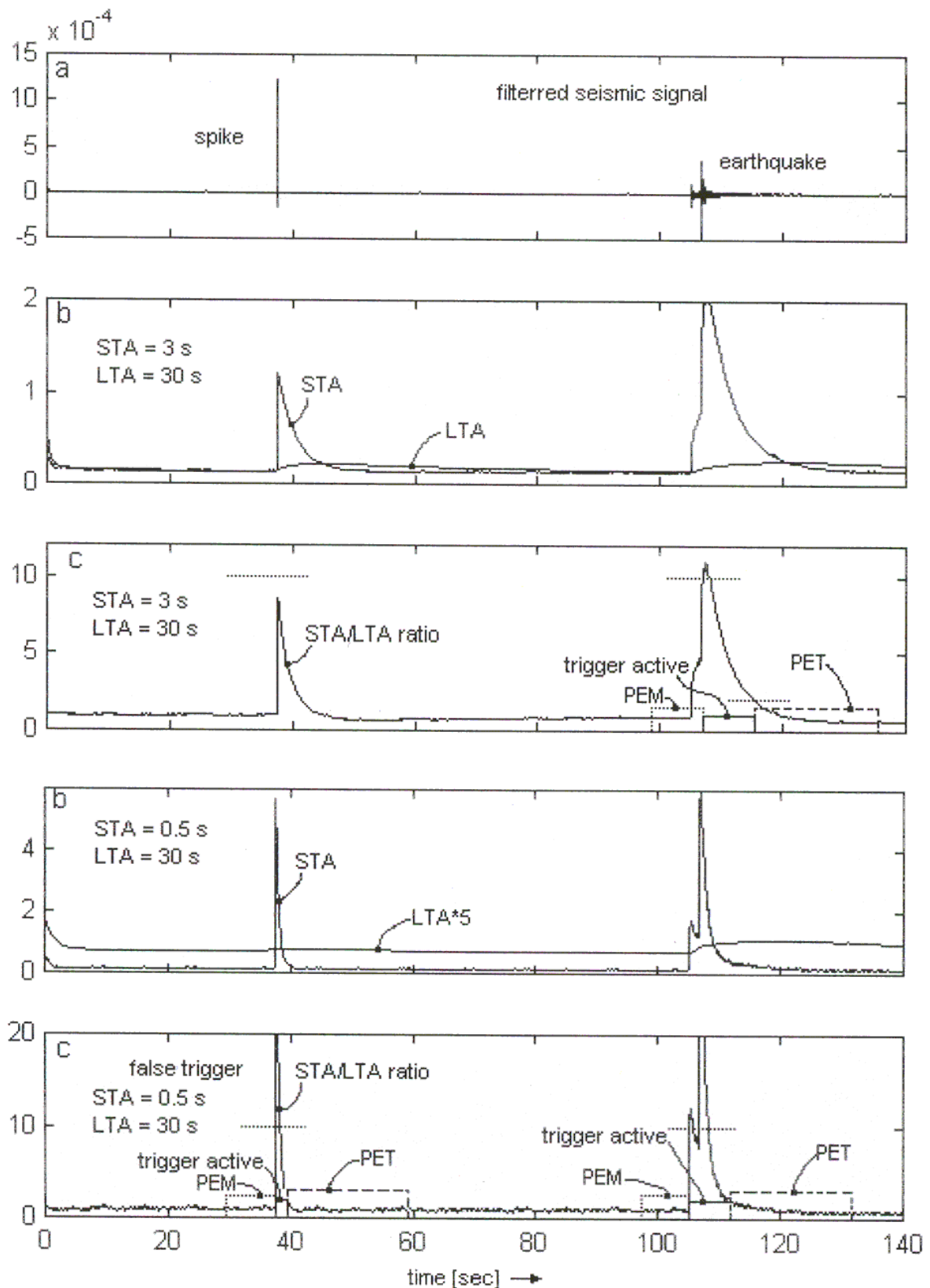
αποτελέσματα, η διαδικασία της συνεχούς μεταβολής αυτών των παραμέτρων και της σταδιακής εύρεσης των καλύτερων ρυθμίσεων είναι μια επίπονη διαδικασία που απαιτεί πολύ χρόνο και κόπο.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ STA

Το STA παράθυρο υπολογίζει τη “στιγμιαία” τιμή ενός σεισμικού σήματος ή της περιβάλλουσάς του. Γενικά, η διάρκεια του STA πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αρκετές περιόδους ενός τυπικά αναμενόμενου σεισμικού σήματος. Αν το STA είναι πολύ μικρό, ο υπολογισμός της μέσης τιμής ενός σεισμικού σήματος δεν θα γίνει σωστά. Το STA είναι μέτρηση του μέσου σήματος (σήμα envelope) αλλά επηρεάζεται από ξεχωριστές περιόδους του σεισμικού σήματος. Από την άλλη, η διάρκεια του STA πρέπει να είναι μικρότερη από τα πιο μικρά γεγονότα, που αναμένεται να καταγραφούν.

Επεκτείνοντας το θέμα, μπορεί να λεχθεί ότι οι συναρτήσεις STA λειτουργούν σαν ένα φίλτρο σήματος. Όσο πιο μικρή διάρκεια επιλεγεί, τόσο πιο υψηλή θα είναι η ευαισθησία διέγερσης σε μικρής διάρκειας τοπικούς σεισμούς, σε σύγκριση με μεγάλης διάρκειας και χαμηλότερης συχνότητας μακρινούς σεισμούς. Όσο πιο μεγάλη διάρκεια STA επιλεγεί, τόσο λιγότερη θα είναι η ευαισθησία διέγερσης σε μικρούς τοπικούς σεισμούς. Επομένως, μεταβάλλοντας τη διάρκεια του STA, δίνεται προτεραιότητα στην καταγραφή μακρινών ή τοπικών γεγονότων.

Η διάρκεια του STA είναι επίσης σημαντική σχετικά με τις εσφαλμένες διεγέρσεις. Μειώνοντας τη διάρκεια του STA παραθύρου, η διέγερση γίνεται περισσότερο ευαίσθητη στο σεισμικό θόρυβο αιχμής (spike-type) που προέρχεται από τον άνθρωπο και αντιστρόφως. Αν και τέτοιου είδους θόρυβος είναι εν γένει οργανολογικής φύσης, μπορεί επίσης να είναι και σεισμικός. Στις περιοχές που υπάρχει πολύ υψηλός θόρυβος αιχμής, τότε συνήθως ρυθμίζεται η διάρκεια του STA να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτές των spikes, αν οι εσφαλμένες διεγέρσεις είναι πάρα πολλές. Δυστυχώς, αυτό θα μειώσει την ευαισθησία της καταγραφής πολλών τοπικών γεγονότων μικρής διάρκειας. Το Σχήμα 52 επεξηγεί την επίδραση της διάρκειας του STA στα τοπικά γεγονότα και θορύβου αιχμής.



Σχήμα 52. Επεξήγηση της επίδρασης της διάρκειας του STA στα τοπικά γεγονότα και του θορύβου αιχμής (<http://www.seismo.com/>)

Στο γράφημα (a) απεικονίζεται ένα σήμα με ένα οργανολογικό spike στα αριστερά και με ένα μικρό τοπικό σεισμό στα δεξιά. Τα γραφήματα (b) & (c) παρουσιάζουν: STA, LTA, STA/LTA λόγο και

κατάσταση ενεργούς διέγερσης μαζί με τα PEM και PET. Το STA/LTA κατώφλι διέγερσης είχε την τιμή 10 και το κατώφλι αποδιέγερσης την τιμή 2. Είναι φανερό πως όταν χρησιμοποιήθηκε ένα σχετικά μεγάλο STA της τάξης των 3sec, ο σεισμός διέγειρε το σύστημα αλλά μόλις και μετά βίας (δεξιά). Όμως, η μεγαλύτερου πλάτους (αλλά βραχύτερη) οργανολογική spike δεν κατάφερε να το διεγείρει. Ο λόγος STA/LTA δεν υπερέβη το STA/LTA κατώφλι, κι έτσι δεν παρουσιάστηκε εσφαλμένη καταγραφή λόγω της spike. Τα δύο τελευταία γραφήματα απεικονίζουν τις ίδιες μεταβολές αλλά για μικρότερη τιμή STA της τάξης των 0.5sec. Η spike σε αυτή την περίπτωση διεγείρει το σύστημα και προκαλείται εσφαλμένη καταγραφή. Φυσικά, το σύστημα διεγείρεται, επίσης, και από τον σεισμό.

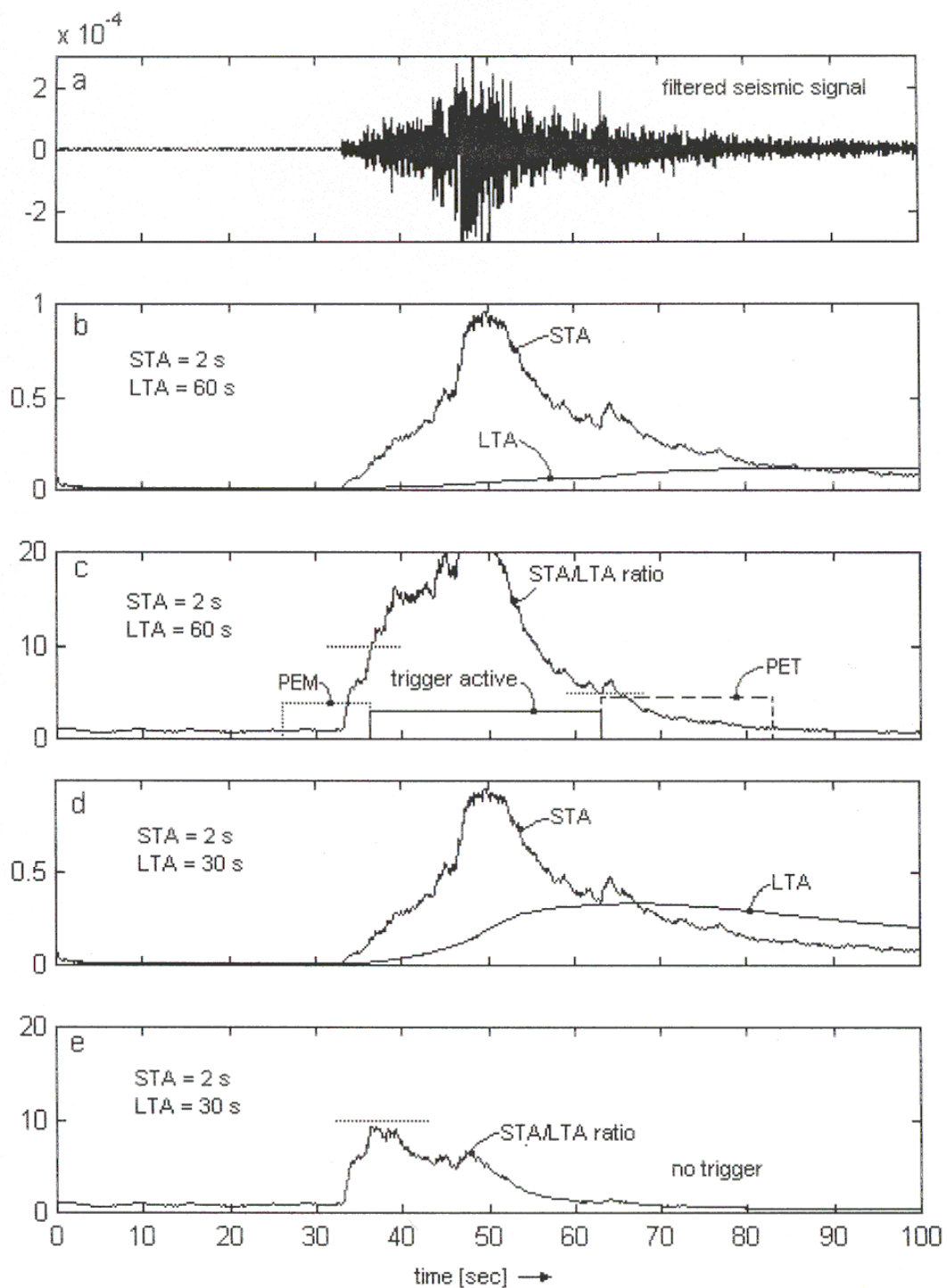
Για μεγάλης επικεντρικής απόστασης γεγονότα, μια τυπική τιμή της διάρκειας του STA είναι μεταξύ 1 & 2sec. Για τοπικούς σεισμούς χρησιμοποιούνται στην πράξη συνήθως μικρότερες τιμές, περίπου 0.5 ως 0.3sec.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ LTA

Το LTA παράθυρο υπολογίζει το μέσο πλάτος του σεισμικού υποβάθρου. Θα πρέπει να διαρκεί περισσότερο από αρκετές περιόδους των τυπικών διακυμάνσεων του σεισμικού υποβάθρου. Μεταβάλλοντας τη διάρκεια του LTA παραθύρου, η καταγραφή γίνεται περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητη σε γεγονότα μεγάλης απόστασης (από περίπου 200 ως 1500Km η απόσταση επικέντρου) στο 'Ρη'. Αυτά τα γεγονότα, τυπικά, έχουν τα μικρού πλάτους αναδιδόμενα κύματα ως την πρώτη έναρξη. Μικρή διάρκεια LTA σημαίνει ότι η τιμή LTA λίγο-πολύ έχει ως επακόλουθο την αργή αύξηση του πλάτους των αναδιδόμενων σεισμικών κυμάτων. Έτσι, ο λόγος STA/LTA παραμένει σε χαμηλή τιμή, παρόλη την αύξηση του STA (αυξάνεται και ο αριθμητής και ο παρονομαστής του λόγου). Αυτό μειώνει αποτελεσματικά την ευαισθησία διέγερσης σε τέτοιου είδους γεγονότα. Σε αντίθετη περίπτωση, χρησιμοποιώντας ένα μεγάλης διάρκειας LTA παράθυρο, η ευαισθησία διέγερσης στους αναδιδόμενους σεισμούς θα αυξάνεται διότι η τιμή LTA δεν επηρεάζεται τόσο γρήγορα από το αναδιδόμενο σεισμικό σήμα, επιτρέποντας τα κύματα S_g/L_g να προκαλέσουν την καταγραφή.

Το Σχήμα 53 επεξηγεί την κατάσταση που περιγράφηκε προηγουμένως. Το γράφημα (a) απεικονίζει ένα γεγονός με αναδιδόμενα κύματα P. Τα γραφήματα (b) & (c) παρουσιάζουν την χρονική εξέλιξη των παραμέτρων διέγερσης για ένα σχετικά μεγάλο LTA της τάξης των 60sec. Το LTA δεν μεταβάλλεται γρήγορα, επιτρέποντας στον λόγο STA/LTA να υπερβεί το κατώφλι STA/LTA διέγερσης (μικρή οριζόντια διακεκομμένη γραμμή) κι έτσι να προκύψουν κανονικά αποτελέσματα. Στα γραφήματα (d) & (e) παρουσιάζεται η ίδια κατάσταση, αλλά για μικρότερο LTA της τάξης των 30sec. Εδώ το LTA αυξάνεται πολύ πιο γρήγορα κατά τη διάρκεια της αρχικής

φάσης του γεγονότος, κι έτσι μειώνεται η τιμή του λόγου STA/LTA, ο οποίος δεν υπερβαίνει το STA/LTA κατώφλι διέγερσης και συνεπώς δε λαμβάνει χώρα καμία διέγερση και το γεγονός δεν ανιχνεύεται.

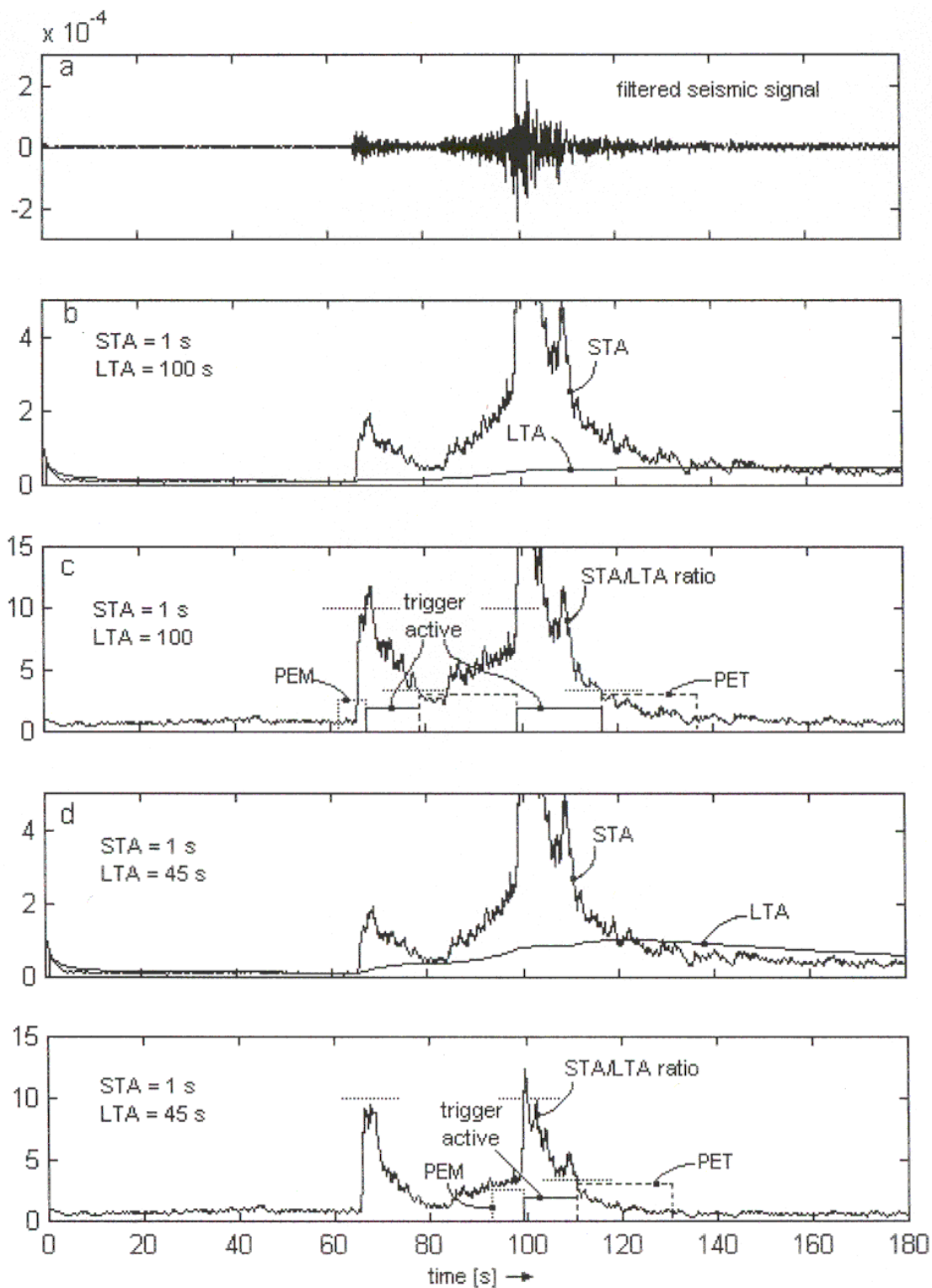


Σχήμα 53: Επίδραση της LTA διάρκειας στην ευαισθησία του αλγορίθμου διέγερσης στους σεισμούς με αναδύομενο σεισμικό σήμα (<http://www.seismo.com/>)

Ομοίως, η αποτελεσματική διέγερση της καταγραφής γεγονότων με αδύνατα P κύματα, συγκρινόμενα με S κύματα, απαιτεί μεγαλύτερης διάρκειας LTA για τους εξής δύο λόγους. Πρώτον,

αν τα P κύματα δε διεγείρουν, τότε “μολύνουν” την πραγματική πληροφορία για το σεισμικό υπόβαθρο, αφού το πλάτος τους υπερβαίνει το πλάτος του σεισμικού θορύβου πριν το γεγονός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ευαισθησίας διέγερσης τη στιγμή που φτάνουν τα σήματα S. Αυτή η “μόλυνση” περιορίζεται αν επιλεγεί μεγαλύτερης διάρκειας LTA. Δεύτερον, μεγαλύτερο LTA κάνει επίσης την διέγερση περισσότερο ευαίσθητη σε κύματα P, αν δεν είναι επίσης ακριβώς συμπυκνωμένου τύπου.

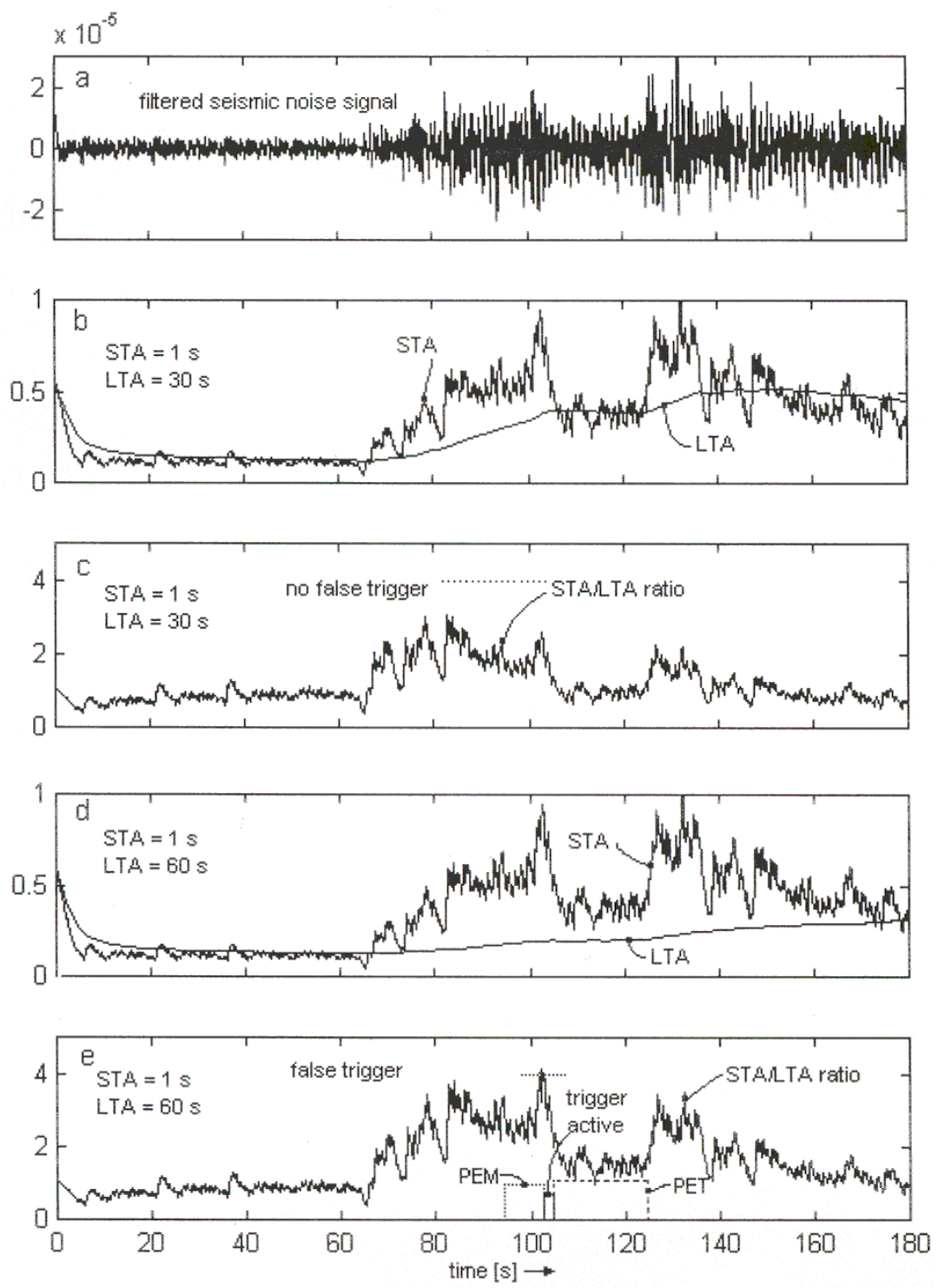
Στο Σχήμα 54 παρουσιάζεται μια τέτοια περίπτωση. Το (a) γράφημα απεικονίζει ένα τυπικό γεγονός με μεγαλύτερα κύματα της τελευταίας φάσης από τα P κύματα. Στα γραφήματα (b) & (c) παρουσιάζονται οι παράμετροι διέγερσης για ένα μεγάλο LTA της τάξης των 100sec. Το πακέτο των P κυμάτων, όπως και των S, διεγείρουν τον καταγραφέα. Οι κατάλληλοι χρόνοι PET και PEM εξασφαλίζουν ότι το γεγονός καταγράφηκε στο σύνολο του σε ένα μόνο αρχείο με όλες τις φάσεις του και ένα τμήμα του σεισμικού υποβάθρου πριν από αυτές. Στα γραφήματα (d) & (e) φαίνεται η ίδια κατάσταση αλλά για μικρότερο LTA της τάξης των 45sec. Είναι ξεκάθαρο ότι τα P κύματα δε διεγείρουν, ενώ τα S μόλις και μετά βίας διεγείρουν. Ο λόγος STA/LTA μόλις και υπερβαίνει το STA/LTA κατώφλι διέγερσης. Ως αποτέλεσμα, το αρχείο με τα καταγεγραμμένα δεδομένα είναι πολύ μικρό. Τα κύματα P και οι πληροφορίες για τον σεισμικό θόρυβο πριν από αυτά λείπουν σε αυτή την καταγραφή. Ένα ελαφρώς μικρότερο γεγονός δεν θα διέγειρε καθόλου.



Σχήμα 54: Επίδραση της LTA διάρκειας στην ευαισθησία του αλγορίθμου διέγερσης στους σεισμούς που περιέχουν αδύναμα κύματα P (<http://www.seismo.com/>)

Από την άλλη μεριά, ένα μικρότερο LTA θα εξυπηρετούσε επιτυχώς την αναισθησία του καταγραφέα στις σταδιακές αλλαγές του συνεχόμενου ανθρωπογενή σεισμικού θορύβου στο υπόβαθρο. Τέτοιου είδους "μετάβαση" του ανθρωπογενή σεισμικού θορύβου από χαμηλή σε υψηλή τιμή, είναι συνηθισμένη λόγω της μεταβολής της ανθρώπινης δραστηριότητας μεταξύ

νύχτας και μέρας στις αστικές περιοχές. Μερικές φορές, χρησιμοποιώντας ένα μικρό LTA μπορούν να περιοριστούν οι εσφαλμένες διεγέρσεις, λόγω κυκλοφοριακού φόρτου. Παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων θα μπορούσε π.χ. να είναι ένα μεγάλο όχημα ή τρένο που πλησιάζει και περνά κοντά από τον σεισμικό σταθμό.



Σχήμα 55: Επίδραση της LTA διάρκειας σε λανθασμένη διεγέρση όταν αλλάζουν οι καταστάσεις σεισμικού θορύβου (<http://www.seismo.com/>)

Το Σχήμα 55 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της αντίδρασης του LTA σε έναν αυξημένο σεισμικό θόρυβο. Το διάγραμμα (a) απεικονίζει σεισμικό θόρυβο που σταδιακά αυξάνει κατά το μέσο της εγγραφής. Σημειώνεται ότι η μεταβολή του πλάτους του δεν είναι απότομη, αλλά διαρκεί περίπου 20 με 30sec. Τα γραφήματα (b) & (c) παρουσιάζουν την κατάσταση για μικρό LTA της τάξης των 30sec. Φαίνεται καθαρά ότι η τιμή LTA λίγο-πολύ παρακολουθεί την εξέλιξη του πλάτους του αυξανόμενου θορύβου. Ο λόγος STA/LTA παραμένει κάτω από το κατώφλι STA/LTA διέγερσης και δεν υπάρχει εσφαλμένη διέγερση παρόλο τον σημαντικά αυξημένο σεισμικό θόρυβο της περιοχής. Στα γραφήματα (d) & (e) παρουσιάζεται η κατάσταση για μεγαλύτερο LTA της τάξης των 60sec. Σε αυτή την περίπτωση, το LTA δε μεταβάλλεται τόσο απότομα, παρέχοντας έναν υψηλότερο STA/LTA λόγο κατά τη διάρκεια αύξησης του θορύβου. Ως αποτέλεσμα, συμβαίνει μια εσφαλμένη διέγερση και καταλαμβάνεται, χωρίς λόγο, χώρος στη μνήμη.

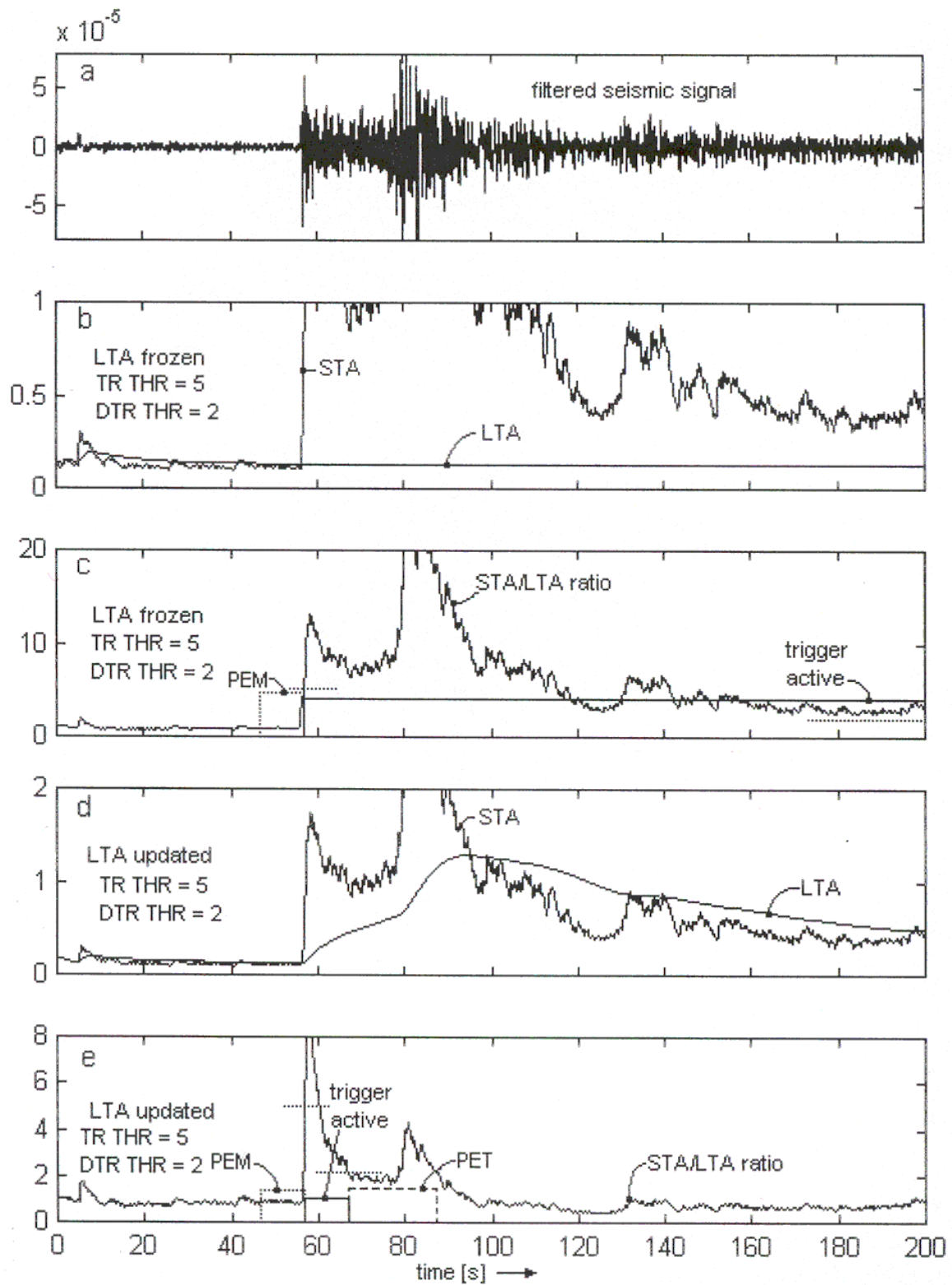
Σεισμικός θόρυβος από τη φύση (π.χ. θαλάσσιος θόρυβος) μπορεί να αλλάξει το πλάτος του μέσω ενός συντελεστή υπερβαίνοντας την τιμή 20. Όμως, αυτές οι μεταβολές είναι αργές. Σημαντικές μεταβολές μπορούν να λάβουν χώρα μόνο κατά τη διάρκεια μερικών ωρών ή πολλών δεκάδων λεπτών. Επομένως, ακόμη και η μεγαλύτερη LTA διάρκεια είναι μικρή έτσι ώστε να παραμένει ευαίσθητη στις μεταβολές του πλάτους του θαλάσσιου θορύβου.

Μια συνηθισμένη αρχική τιμή για LTA διάρκεια είναι 60sec. Μικρότερη τιμή χρησιμεύει για την εξαίρεση αναδυόμενων τοπικών γεγονότων από διέγερση, αν αυτό επιθυμείται, ή αν η περιοχή έχει ταχεία μεταβολή ανθρωπογενούς σεισμικού θορύβου. Μεγαλύτερη διάρκεια LTA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλης απόστασης γεγονότα με πολύ μεγάλους S-P χρόνους και ισχυρά αναδυόμενα P κύματα.

➤ ΣΥΓΚΡΙΣΗ "ΠΑΓΩΜΕΝΟΥ" ΜΕ ΣΥΝΕΧΩΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΟΥ LTA ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

Οι υπολογισμοί της τιμής LTA κατά τη διάρκεια ενός γεγονότος μπορούν να πραγματοποιηθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους. Είτε η τιμή LTA ενημερώνεται συνεχώς και υπολογίζεται κατά τη διάρκεια του γεγονότος είτε η τιμή LTA παραμένει "παγωμένη" στη στιγμή που δηλώνεται διέγερση κάποιου διαύλου. Σε αυτή την περίπτωση το LTA δεν επιτρέπεται να μεταβληθεί καθόλου (π.χ. να αυξηθεί) κατά τη διάρκεια του γεγονότος. Οι περισσότεροι σεισμικοί καταγραφείς διαθέτουν και τις δύο επιλογές. Εντούτοις, καθεμία από αυτές έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της.

Το "παγωμένο" LTA παράθυρο μπορεί να ωθήσει τη μονάδα σε μόνιμη κατάσταση διέγερσης, σε περίπτωση απότομης αύξησης του ανθρωπογενούς σεισμικού θορύβου της περιοχής. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 56.



Σχήμα 56: Το “παγωμένο” LTA παράθυρο μπορεί να ωθήσει τη μονάδα σε μόνιμη κατάσταση διέγερσης, σε περίπτωση απότομης αύξησης του ανθρωπογενούς σεισμικού θορύβου της περιοχής (<http://www.seismo.com/>)

Το γράφημα (a) απεικονίζει έναν σεισμό κατά τη διάρκεια του οποίου ο σεισμικός θόρυβος αυξάνεται και παραμένει σε υψηλό επίπεδο, ακόμη και μετά τον τερματισμό του γεγονότος. Μια τέτοια κατάσταση μπορεί να συμβεί, για παράδειγμα, αν κάποιες μηχανές τεθούν σε λειτουργία κοντά στην περιοχή που βρίσκεται και ο καταγραφέας. Σε αυτή την περίπτωση, ένα ολοκληρωμένο “παγωμένο” LTA (γράφημα (d)) δε θα επιτρέψει ποτέ ξανά στον LTA/STA λόγο να πέσει κάτω από το επίπεδο STA/LTA κατωφλίου αποδιέγερσης (γράφημα (c)) και θα έχει ως αποτέλεσμα μια συνεχή καταγραφή, με συνέπεια η μνήμη του σεισμικού καταγραφέα σύντομα πληρωθεί.

Από την άλλη, η συνεχής ενημέρωση του LTA συχνά τερματίζει τις καταγραφές πολύ νωρίς. Τα γραφήματα (d) & (e) του σχήματος 56 επεξηγούν αυτή την κατάσταση. Πολύ συχνά προκύπτουν περικομμένα κύματα ουράς (coda waves) διότι το LTA αυξάνεται απότομα, αν το αρχικό τμήμα του σήματος του μεγάλου σεισμού περιλαμβάνεται στον υπολογισμό. Έτσι ο λόγος STA/LTA μειώνεται πολύ απότομα και τερματίζεται η καταγραφή πρόωρα. Τα κύματα ουράς του γεγονότος στο γράφημα 56 έχουν χαθεί. Αυτό το ανεπιθύμητο αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι πολύ περισσότερο για μεγάλης επικεντρικής απόστασης και διάρκειας γεγονότα, όπως φαίνεται στο σχήμα 56.

Μερικοί σεισμικοί καταγραφείς λειτουργούν με έναν ειδικό υπολογισμό του LTA. Η τιμή LTA είναι, κατά πρώτη προσέγγιση, “παγωμένη” μετά από μια διέγερση. Όμως, αυτό το “πάγωμα” δεν είναι πλήρες. Συμβαίνει κάποια “διαρροή” σημάτων του γεγονότος στον υπολογισμό του LTA. Ένας τέτοιος αλγόριθμος προσπαθεί να επιλύσει και τα δύο προβλήματα. Δεν προκαλεί ατελείωτες καταγραφές διέγερσης στην περίπτωση μιας απότομης μόνιμης αύξησης του σεισμικού θορύβου και την ίδια στιγμή δεν κόβει πρόωρα τα κύματα ουράς.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ LTA/STA

Το επίπεδο κατωφλίου διέγερσης STA/LTA, κατά το πλείστον, προσδιορίζει ποια γεγονότα θα καταγραφούν και ποια όχι. Όσο ποιο υψηλή τιμή τίθεται, τόσο περισσότεροι σεισμοί δε θα καταγραφούν, αλλά και τόσο λιγότερες εσφαλμένες διεγέρσεις θα σημειωθούν. Παρόλαυτά, περισσότερες εσφαλμένες διεγέρσεις θα καταλάβουν μνήμη και θα επιβαρύνουν τον αναλυτή. Το ιδανικό επίπεδο κατωφλίου διέγερσης STA/LTA εξαρτάται από τις συνθήκες σεισμικού υπόβαθρου της περιοχής και από την ανοχή του χρήστη στις εσφαλμένες καταγραφές διέγερσης. Τη ρύθμιση

του ιδανικού επιπέδου επηρεάζουν τόσο το μέγεθος, όσο και ο τύπος του σεισμικού θορύβου. Ένας στατιστικά στατικός σεισμικός θόρυβος (με λιγότερο ανώμαλες διακυμάνσεις) επιτρέπει χαμηλότερο επίπεδο, ενώ εντελώς ανώμαλη συμπεριφορά σεισμικού θορύβου απαιτεί υψηλότερες τιμές.

Σημειώνεται ότι μερικές εσφαλμένες διεγέρσεις και μερικοί απολεσθέντες σεισμοί είναι μια αναπόφευκτη πραγματικότητα, όποτε γίνεται καταγραφή σεισμικών σημάτων σε μια κατάσταση διέγερσης. Μόνο μια συνεχής σεισμική καταγραφή, αν αυτό είναι δυνατόν, επιλύει εντελώς το πρόβλημα των εσφαλμένων διεγέρσεων και της μη πλήρωσης των σεισμολογικών δεδομένων.

Είναι μια επικίνδυνη παγίδα η επιλογή πολύ υψηλού επιπέδου STA/LTA κατωφλίου διέγερσης και υψηλής απολαβής διαύλου (channel gain) αντιστοίχως. Πολλοί καταγραφείς επιτρέπουν αυτή τη ρύθμιση χωρίς κάποια προειδοποιητικά μηνύματα. Αυτή η κατάσταση είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη σε πολύ θορυβώδεις περιοχές, όπου λόγω των πολλών εσφαλμένων διεγέρσεων, τα όργανα συνήθως καταγράφουν μόνο τα πολύ μεγάλα γεγονότα.

Ας υποθεθεί ότι ορίζεται το επίπεδο κατωφλίου διέγερσης STA/LTA στην τιμή 20. Ας υποθεθεί, επίσης, ότι θέτεται η απολαβή διαύλου με τέτοιο τρόπο που έχει περίπου 150mV μέσου σήματος σεισμικού υποβάθρου στην είσοδο του καταγραφέα και τάση εισόδου πλήρους κλίμακας του διαύλου τιμή $\pm 2.5V$. Προφανώς, αυτή η ρύθμιση θα απαιτούσε ένα σήμα μεγέθους $0.15V \times 20 = 3V$ για να διεγείρει το κανάλι. Εφόσον το μέγιστο πλάτος εισόδου περιορίζεται στα 2.5V, δεν θα μπορέσει ποτέ να διεγερθεί, όσο ισχυρός σεισμός κι αν συμβεί. Σημειώνεται ότι αυτό το σφάλμα δεν είναι τόσο προφανές, ειδικά σε περιοχές χαμηλής σεισμικότητας με σπάνια γεγονότα. Μπορεί κάποιος να λειτουργεί ένα όργανο για μεγάλο χρονικό διάστημα και να περιμένει για πάντα να καταγραφεί κάποιο σεισμικό γεγονός!

Η ρύθμιση μπορεί να διορθωθεί με τον ακόλουθο τρόπο: όποτε χρησιμοποιείται ο STA/LTA αλγόριθμος, παραμένει παράλληλα ενεργός ένας επιπρόσθετος αλγόριθμος διέγερσης κατωφλίου. Εξαιτίας αυτού, ο δίαυλος διεγείρεται κάθε φορά που το πλάτος εισόδου θα υπερβαίνει, για παράδειγμα το 50%, του εύρους τάσης εισόδου του καναλιού, χωρίς καμία σχέση με τη ρύθμιση διέγερσης STA/LTA. Με αυτό τον τρόπο τα μεγαλύτερα, κι επομένως πιο σημαντικά γεγονότα θα καταγράφονται, χωρίς να έχουν σχέση οι παράμετροι του αλγορίθμου διέγερσης που έχουν τεθεί.

Μια αρχική ρύθμιση για το επίπεδο κατωφλίου διέγερσης STA/LTA είναι το 4, η οποία συνηθίζεται σε σεισμικά ήσυχες περιοχές. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαμηλότερες τιμές, μόνο σε περιοχές χωρίς καθόλου ανθρωπογενή σεισμικό θόρυβο. Υψηλότερες τιμές, από 8 και πάνω, απαιτούνται σε λιγότερο ευνοϊκές περιοχές με σημαντικό ανθρωπογενή σεισμικό θόρυβο. Σε ισχυρής κίνησης

εφαρμογές συνηθίζονται οι υψηλότερες τιμές λόγω των περισσότερου θορυβώδους περιβάλλοντος και γενικά του μικρότερου ενδιαφέροντος για τα μικρά γεγονότα.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ ΑΠΟΔΙΕΓΕΡΣΗΣ STA/LTA

Το επίπεδο κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA προσδιορίζει τον τερματισμό της εγγραφής των δεδομένων.

Το επίπεδο αυτό προσδιορίζει πόσο καλά τα κύματα ουράς (coda) των καταγεγραμμένων σεισμών θα ληφθούν στην εγγραφή δεδομένων. Για να συμπεριληφθούν όσο πιο πολλά κύματα coda γίνεται, απαιτείται μια χαμηλή τιμή. Εντούτοις, ένα πολύ χαμηλό επίπεδο κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA είναι μερικές φορές επικίνδυνο. Μπορεί π.χ. να προκαλέσει πολύ μεγάλης διάρκειας ή ακόμη και ατελείωτες καταγραφές, αν μια ξαφνική αύξηση του σεισμικού θορύβου δεν επιτρέψει στον λόγο STA/LTA να πέσει κάτω από το επίπεδο κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA. Από την άλλη μεριά, αν δεν ενδιαφέρουν τα κύματα ουράς, μια υψηλότερη τιμή του επιπέδου κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA επιτρέπει εξοικονόμηση του χώρου της μνήμης και/ή του χρόνου μετάδοσης των δεδομένων. Επισημαίνεται ότι τα κύματα ουράς των μακρινών σεισμών μπορεί να είναι πολύ μεγάλα.

Γενικά, όσο πιο θορυβώδης είναι μια περιοχή, τόσο πιο υψηλή τιμή επιπέδου κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την αποφυγή πολύ μεγάλων και συνεχών καταγραφών. Αυτός ο κίνδυνος είναι μεγάλος μόνο σε περιοχές με πολύ αυξημένο σεισμικό θόρυβο.

Μια τυπική αρχική τιμή του επιπέδου κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA είναι από 2 έως 3 για σεισμικά ήσυχες περιοχές και εφαρμογές ασθενούς κίνησης. Για περισσότερο θορυβώδεις περιοχές πρέπει να θέτονται πιο υψηλές τιμές. Για εφαρμογές ισχυρής κίνησης, όπου τα κύματα ουράς δεν έχουν μεγάλη σημασία, συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται ακόμη υψηλότερες τιμές.

Ε) ΠΩΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΡΥΘΜΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Σχεδόν όλοι οι σεισμικοί καταγραφείς και τα σεισμολογικά δίκτυα διαθέτουν ρυθμιζόμενα φίλτρα διέγερσης διέλευσης ζώνης. Φιλτράρουν τα εισερχόμενα σεισμικά σήματα πριν τους υπολογισμούς του αλγορίθμου διέγερσης. Η επιλογή αυτών των φίλτρων είναι σημαντική για την κατάλληλη λειτουργία του αλγορίθμου διέγερσης STA/LTA (ομοίως για τον αλγόριθμο πλάτους κατωφλίου διέγερσης). Ο σκοπός αυτών των φίλτρων έχει τρεις πτυχές:

- Αφαιρούν τη συνεχή συνιστώσα από τα εισερχόμενα σεισμικά σήματα. Ονομαστικά, όλοι οι ενεργοί σεισμικοί αισθητήρες έχουν κάποια DC μετατόπιση (DC offset) στην έξοδο. Αυτή η DC μετατόπιση αν είναι πολύ υψηλή περιορίζει τον υπολογισμό του λόγου STA/LTA. Ο υπολογισμός της απόλυτης τιμής του σήματος γίνεται αδύνατος αν η DC μετατόπιση είναι υψηλότερη από το πλάτος σεισμικού υποβάθρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελαττωματική λειτουργία του αλγόριθμου διέγερσης STA/LTA και δραστική μείωση της ευαισθησίας διέγερσης για μικρά σεισμικά γεγονότα.
- Η ζώνη διέλευσης συχνοτήτων (pass-band) που τα χαρακτηρίζει μπορεί να δώσει προτεραιότητα σε συχνότητες που ανταποκρίνονται στις επικρατούσες συχνότητες των σεισμικών γεγονότων, που είναι επιθυμητό να καταγραφούν.
- Η ζώνη αποκλεισμού συχνοτήτων (stop-band) μπορεί να μειώσει τις επικρατούσες συχνότητες του πιο ανεπιθύμητου σεισμικού θορύβου σε μια δεδομένη περιοχή.

Τα φίλτρα διέγερσης διέλευσης συχνοτήτων πρέπει γενικά να επιτρέπουν τη διέλευση στις συχνότητες που περιέχουν τη μέγιστη ενέργεια των αναμενόμενων σεισμικών γεγονότων. Πρέπει, συγχρόνως, στη ζώνη διέλευσης να μην εμπίπτουν οι κυρίαρχες συχνότητες του τυπικού σεισμικού θορύβου στην περιοχή. Αν αυτό είναι δυνατόν, προκύπτει μια σημαντική βελτίωση του λόγου $\frac{\text{διέγερση} \cdot \text{από} \cdot \text{γεγονός}}{\text{εσφαλμένη} \cdot \text{διέγερση}}$. Προφανώς, γίνεται αντιληπτό, ότι αν οι κυρίαρχες συχνότητες

του σεισμικού θορύβου και οι επικρατούσες συχνότητες των γεγονότων ενδιαφέροντος συμπίπτουν, τότε το φίλτρο διέγερσης γίνεται μη αποτελεσματικό.

Δεν πρέπει να παραβλέπουμε ότι η φασματική απόκριση (frequency response function) του σεισμικού αισθητήρα που χρησιμοποιείται σε έναν καταγραφέα ή σε ένα δίαυλο του δικτύου, επίσης, προσαρμόζει το φασματικό περιεχόμενο (frequency content) των γεγονότων και των σημάτων θορύβου στην είσοδο του αλγόριθμου διέγερσης. Επομένως, ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιλογή ενός φίλτρου διέγερσης. Ο τύπος του αισθητήρα μετατόπισης του εδάφους (ανάλογα με την ταχύτητα ή την επιτάχυνση) έχει όμοια επίδραση. Αισθητήρες με έξοδο ανάλογη με την επιτάχυνση του εδάφους – επιταχυνσιόμετρα- δίνουν έμφαση στις υψηλές συχνότητες. Συνήθως απαιτούν ένα προστατευτικό φίλτρο για τον υπερβολικά υψηλής συχνότητας ανθρώπογενή σεισμικό θόρυβο. Τα συνηθισμένα σεισμόμετρα έχουν τυπικά μια έξοδο ανάλογη της ταχύτητας του εδάφους, κι επίσης μερικές φορές κι ανάλογη της μετατόπισης του εδάφους. Αυτά επηρεάζονται λιγότερο από τον υψηλής συχνότητας ανθρώπογενή σεισμικό θόρυβο.

Η διευθέτηση της ελαστικότητας των high- & low- corners αυτών των φίλτρων ποικίλει. Το ίδιο ισχύει και για την απότομη κλίση των πλευρών των φίλτρων. Γενικά δεν χρειάζονται πολύ απότομα φίλτρα και με πολύ μεγάλη ελαστικότητα, διότι γεγονότα όμοια με τον σεισμικό θόρυβο, είναι πολύ μεταβλητά. Γενικά, είναι αδύνατον να γίνονται ακριβής προσδιορισμός, που θα θέτονται ακριβώς τα όρια των φίλτρων αυτών.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΡΙΝ ΤΟ ΓΕΓΟΝΟΣ (PEM)

Στην ιδανική περίπτωση οι εγγραφές των σεισμών θα έπρεπε να περιλαμβάνουν όλες τις σεισμικές φάσεις ενός γεγονότος και επιπλέον ένα τμήμα του σήματος σεισμικού υποβάθρου που προηγείται. Η επιλογή ενός κατάλληλου PEM εξασφαλίζει ότι οι σεισμικές καταγραφές είναι πλήρεις. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, στα μικρά γεγονότα, ο αλγόριθμος διέγερσης συχνά δεν διεγείρει στην έναρξη του γεγονότος αλλά μερικές φορές κατά τη διάρκεια του γεγονότος, όταν τα κύματα με το μέγιστο πλάτος της εδαφικής ταχύτητας φτάσουν στον σταθμό. Αυτό συμβαίνει πολύ συχνά με τους σεισμούς, οι οποίοι έχουν αναδυόμενα κύματα έναρξης και με τα περισσότερα τοπικά και μακρινά γεγονότα, όπου τα πλάτη της S φάσης μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερα από αυτά της P φάσης. Στην πράξη, η διέγερση με τα S κύματα των μικρών τοπικών και μακρινών σεισμών είναι στην πραγματικότητα πιο συχνό φαινόμενο απ' ό τι η διέγερση με τα P κύματα. Όμως για σεισμολογικούς λόγους, τα P κύματα έναρξης καθώς και μέρος του σεισμικού υποβάθρου, που προηγείται από αυτά, θα πρέπει να περιλαμβάνεται στην εγγραφή. Ένας κατάλληλος PEM πρέπει να ληφθεί για αυτό.

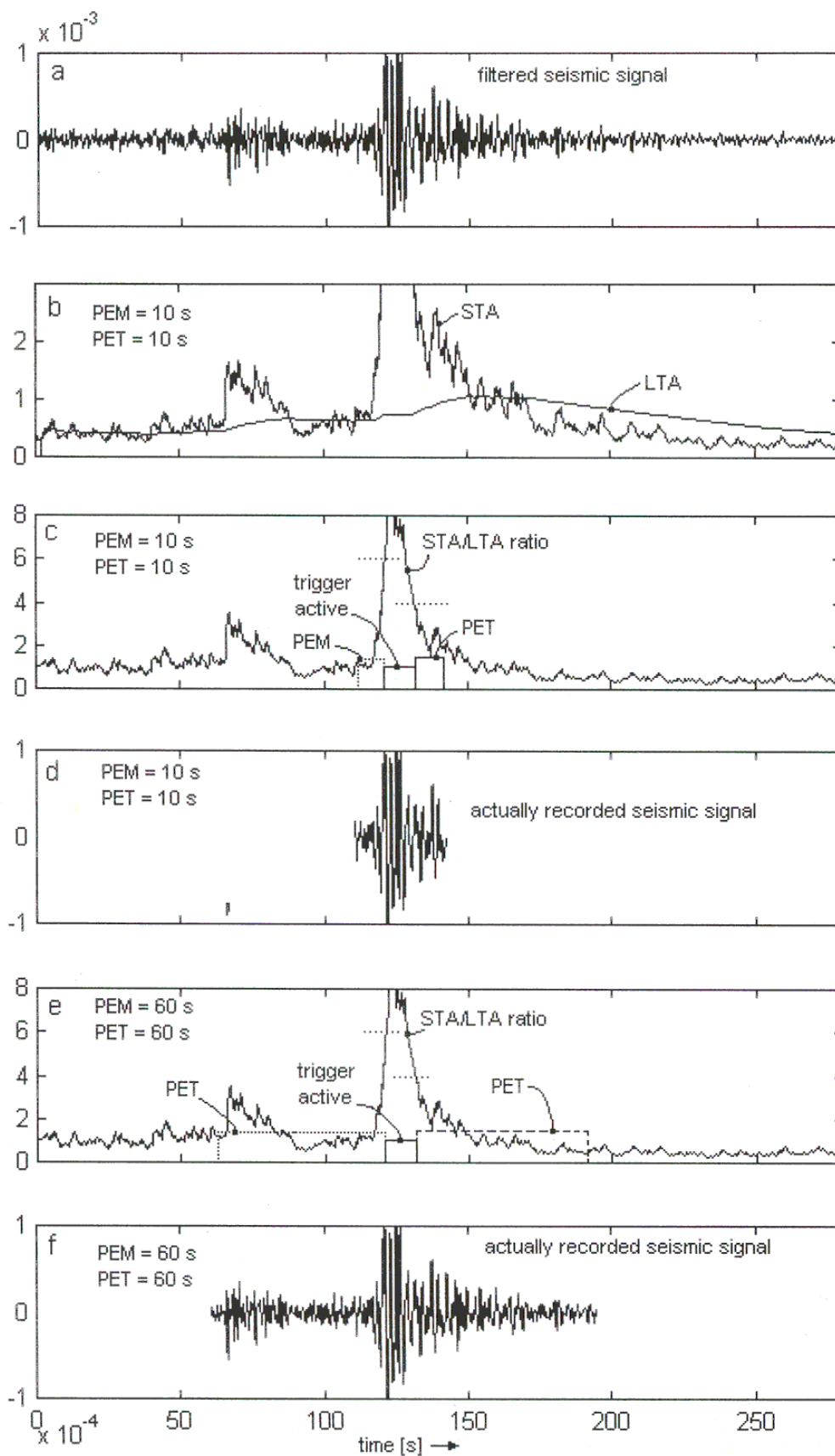
Τεχνολογικά, αυτό επιλύεται με τον ακόλουθο τρόπο. Στους σεισμικούς καταγραφείς και σε έναν κεντρικό υπολογιστή ενός δικτύου, ένα τμήμα του σεισμικού σήματος, που προηγείται του χρόνου διέγερσης του οργάνου, αποθηκεύεται προσωρινά σε ένα pre-event ring buffer (η συντόμηση της λέξης PEM σημαίνει "pre-event memory"=μνήμη αμέσως πριν το γεγονός).

Η χρονική χωρητικότητα της PEM πρέπει να υπερβαίνει τις ακόλουθες χρονικές περιόδους:

- Την επιθυμητή διάρκεια εγγραφής του σεισμικού υποβάθρου που προηγείται του γεγονότος.
- Τον μέγιστο αναμενόμενο S-P χρόνο των σεισμικών εγγραφών
- Τον χρόνο που χρειάζεται για τον υπολογισμό του λόγου STA/LTA, ο οποίος στην χειρότερη περίπτωση ισούται με τη διάρκεια STA παραθύρου.

Αν προστεθούν οι τρεις αυτές χρονικές περίοδοι, η τιμή που προκύπτει είναι ο κατάλληλος χρόνος PEM.

Στο Σχήμα 57 φαίνεται το αποτέλεσμα ενός πολύ μικρού PEM. Το γράφημα (a) δείχνει ένα γεγονός περίπου 400Km μακριά από το σταθμό, που τα μικρά κύματα P είναι "θαμμένα" στον σεισμικό θόρυβο. Στο γράφημα (b) παρουσιάζονται οι τιμές του STA & LTA. Το γράφημα (c) απεικονίζει το λόγο STA/LTA και τα κατώφλια διέγερσης και αποδιέγερσης (μικρές οριζόντιες διακεκομμένες γραμμές). Το κατώφλι διέγερσης έχει τιμή 6.



Σχήμα 57: Αποτέλεσμα ενός πολύ μικρού PEM (<http://www.seismo.com/>)

Φαίνονται καθαρά οι διεγέρσεις των καναλιών από τα κύματα S. Όμως, η τιμή PEM των 10sec είναι πολύ μικρή για να καταγράψει τα P κύματα. Το γράφημα (d) παρουσιάζει το γεγονός που εγγράφηκε πραγματικά. Ξεκινά πολύ αργά και δεν περιέχει καθόλου σεισμικό υπόβαθρο. Τα γραφήματα (e) & (f) δείχνουν το ίδιο γεγονός, αλλά με την παράμετρο PEM ρυθμισμένη κατάλληλα. Το σεισμικό υπόβαθρο, όπως και τα κύματα P, έχουν καταγραφεί κατάλληλα.

Ο μέγιστος αναμενόμενος χρόνος S-P εξαρτάται από τη μέγιστη επικεντρική απόσταση των σχετικών σεισμών από το σταθμό καταγραφής και από την ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων στην περιοχή. Για εξάσκηση και για τοπικά και μεγάλης απόστασης γεγονότα, μπορούν να αποκομιστούν αρκετά σωστά αποτελέσματα, διαιρώντας την μέγιστη απόσταση σταθμού-επικέντρου ανά 8Km για να πάρουμε τον απαιτούμενο μέγιστο S-P χρόνο σε sec.

Η εφαρμογή υπαγορεύει την επιλογή της επιθυμητής διάρκειας εγγραφής πριν το γεγονός. Συνήθως, απαιτούνται μερικά δευτερόλεπτα. Σημειώνεται ότι αν επιθυμείται η μελέτη των φασματικών ιδιοτήτων των μικρών γεγονότων, συνήθως απαιτούνται φάσματα σεισμικού υποβάθρου για τον υπολογισμό του λόγου σήματος/θορύβου ως μια συνάρτηση συχνότητας. Κατά συνέπεια, απαιτείται μια σημαντική χρονοσειρά από καταγραφές του σεισμικού υποβάθρου που εξαρτώνται από τη χαμηλότερη συχνότητα ενδιαφέροντος. Ο PEM πρέπει να οριστεί ανάλογα.

Σαν παράδειγμα, υπολογίζεται μια απαιτούμενη τιμή παραμέτρου PEM για ένα προσωρινό τοπικό σεισμολογικό δίκτυο με 50Km διάμετρο, όπου έχει οριστεί για διάρκεια STA τιμή 0.5sec. Υποτίθεται ότι δεν εφαρμόζεται συμπτωτική διέγερση (coincidence trigger) και όλοι οι σταθμοί τρέχουν ανεξάρτητους αλγόριθμους διέγερσης. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην σεισμικότητα με ακτίνα 200Km γύρω από το κέντρο του δικτύου. Επίσης, επιθυμείται να γίνεται καταγραφή διάρκειας 10sec σεισμικού υποβάθρου πριν τα κύματα P. Χρειάζονται 0.5sec για υπολογισμό του STA, 10sec για το σεισμικό υπόβαθρο και $\cong (200\text{Km} + \frac{50}{2} \text{Km})/8 \cong 28\text{sec}$ για να καλυφθεί ο

μέγιστος αναμενόμενος χρόνος S-P. Σημειώνεται ότι ο πιο απομακρυσμένος σταθμός από το επίκεντρο στο δίκτυο έχει ακόμη να καταγράψει P κύματα –γι' αυτό προστίθεται το μισό από τη διάμετρο του δικτύου στην μέγιστη επικεντρική απόσταση ενδιαφέροντος. Ο χρόνος PEM, επομένως, θα πρέπει να οριστεί $0.5+10+28 \approx 40\text{sec}$. Προφανώς, μικρότερα δίκτυα και μικρότερες περιοχές ενδιαφέροντος απαιτούν μικρότερο PEM και αντιστρόφως.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ PET

Η παράμετρος χρόνου αμέσως μετά το γεγονός (post-event time) εξασφαλίζει την ολοκληρωμένη καταγραφή των σεισμικών γεγονότων μετά το τέλος της διέγερσης. Ο κύριος σκοπός του χρόνου PET είναι η λήψη των κυμάτων coda του σεισμού που απομένουν, τα οποία έχουν μικρότερο

πλάτος από το επίπεδο κατωφλίου αποδιέγερσης STA/LTA. Πρακτικά, ο PET είναι απλά ένας ορισμένος χρόνος καταγραφής που προστίθεται στο αρχείο του γεγονότος μετά, όταν στο όργανο ή στο δίκτυο (όχι μεμονωμένα κανάλια) σταματήσει η διέγερση. Έχει όμοια επίδραση στα κύματα coda, όπως στην παράμετρο επιπέδου κατωφλίου STA/LTA αποδιέγερσης. Η επιρροή του, όμως, εξαρτάται από το μέγεθος του γεγονότος. Αυτό τον κάνει λιγότερο αποτελεσματικό στο να λαμβάνει κύματα coda απ' ότι ένα χαμηλό επίπεδο κατωφλίου STA/LTA αποδιέγερσης. Πρακτικές τιμές για το PET είναι συνήθως πολύ μικρές, για να μπορεί να προσφέρει συμπληρωματική πληροφορία για σεισμούς που είναι πολύ απομακρυσμένοι με πολύ μεγάλα κύματα ουράς. Σε αντίθεση με το πολύ χαμηλό επίπεδο κατωφλίου STA/LTA αποδιέγερσης το οποίο μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αποδιέγερσης, ένα μεγάλο PET είναι περισσότερο ασφαλές.

Η ιδανική διάρκεια PET εξαρτάται περισσότερο από την εφαρμογή. Αν τα κύματα coda είναι σημαντικά, πρέπει να επιλεγεί ένα μεγάλο PET. Αν τα κύματα ουράς δεν έχουν σημασία χρησιμοποιείται μικρό PET. Προφανώς, τα μικρά τοπικά γεγονότα απαιτούν μόνο μικρό χρόνο PET, ενώ από την άλλη μεριά τα μεγάλης απόστασης και τηλεσεισμικά γεγονότα απαιτούν πολύ μεγαλύτερο χρόνο PET.

Μια λογική τιμή για τοπική σεισμολογία θα ήταν 30sec, και 60 ως 90sec για μεγάλης έκτασης σεισμολογία, με την προϋπόθεση ότι επιθυμείται τα κύματα coda να καταγραφούν ορθά. Για την εύρεση ιδανικής τιμής απαιτείται παρατήρηση των κυμάτων coda των καταγραφών που υπάρχουν ήδη, με συνέπεια να γίνεται κατάλληλη ρύθμιση του χρόνου PET.

Συνήθως δεν υπάρχουν πρακτικοί οργανολογικοί περιορισμοί για την επιλογή του μεγαλύτερου PET. Όμως, σημειώνεται ότι πολύ μεγάλοι χρόνοι PET εξαντλούν τη μνήμη του καταγραφέα πολύ εύκολα. Έτσι, δεν πρέπει να γίνονται υπερβολές, ειδικά σε σεισμικά πολύ ενεργές περιοχές ή όταν υφίσταται ένας πολύ υψηλός ρυθμός εσφαλμένων διεγέρσεων.

➤ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΨΗΦΟΦΟΡΙΑΣ (VOTING-SCHEME)

Ο αλγόριθμος συμπτωτικής διέγερσης, που είναι διαθέσιμος είτε σε σεισμολογικά δίκτυα, είτε σε ένα πολυδιαυλικό σεισμικό καταγραφέα που λειτουργεί μόνος του ή σε μια ομάδα σεισμικών καταγραφέων που είναι διασυνδεδεμένοι μεταξύ τους, χρησιμοποιεί διαδικασία ψηφοφορίας για διέγερση. Οι παράμετροι voting-scheme στην πραγματικότητα δεν σχετίζονται απευθείας με τον αλγόριθμο διέγερσης STA/LTA. Όμως, μια μη κατάλληλη ρύθμιση της διαδικασίας ψηφοφορίας παρεμποδίζει την αποτελεσματική λειτουργία της όλης διέγερσης του δικτύου ή του καταγραφέα.

Προηγουμένως, έγινε περιγραφή του πως κάθε δίαυλος ανεξάρτητα θα διεγείροταν. Στη συνέχεια περιγράφεται πως οι ανεξάρτητες διεγέρσεις συνδυάζονται για να προκαλέσουν το σύστημα να διεγερθεί σε έναν καταγραφέα πολλαπλών διαύλων ή σε ένα σεισμολογικό δίκτυο. Η διαδικασία κωδικοποιείται ως "ψηφοφορία" (voting) και συνίσταται στο να οριστούν τα σεισμικά κανάλια ώστε να θεμελιώνεται η βαρύτητα (σημαντικότητα) της εκάστοτε διέγερσης και η συνεισφορά της στη συνολική διέγερση του συστήματος. Μόνο αν όλος ο αριθμός των "ψηφών" (votes) υπερβεί μια δεδομένη τιμή που έχει οριστεί από πριν, τότε το σύστημα διεγείρεται, ένα νέο αρχείο δεδομένων ανοίγει και η συλλογή δεδομένων ξεκινά.

Πως αυτό το σύστημα ψηφοφορίας θα ρυθμιστεί, εξαρτάται από τη φύση των σημάτων που κάποιος επιθυμεί να καταγράψει και από τις συνθήκες σεισμικού θορύβου στις περιοχές που βρίσκονται οι αισθητήρες. Οι θορυβώδεις συνιστώσες που παρουσιάζουν συχνά εσφαλμένες καταγραφές, προφανώς θα έχουν λιγότερες "ψηφούς" ή βάρη απ' ότι οι ήσυχες "αξιόπιστες" συνιστώσες. Προφανώς θα απαιτηθεί η απόκτηση εμπειρίας των συνθηκών των περιοχών πριν χρησιμοποιηθεί αυτή η διαδικασία ψηφοφορίας με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Υπάρχουν συνήθως 4 βασικοί όροι που σχετίζονται με τις παραμέτρους ψηφοφορίας:

- **Βάρη Διαύλων (Votes)**

Ένα βάρος διαύλου ορίζει τον αριθμό των ψηφών που ο δίαυλος συμβάλει στο σύνολο όταν διεγείρεται. Αν ο δίαυλος χαρακτηρίζεται από κατώφλι με έναν καλό λόγο $\frac{\text{σήμα}}{\text{θόρυβος}}$, πρέπει να οριστεί ένας θετικός αριθμός ψηφών. Όσο πιο αξιόπιστος, όσο αναφορά τον λόγο διέγερσης, είναι ο δίαυλος, τόσο υψηλότερος αριθμός θα πρέπει να οριστεί. Αν ο δίαυλος είναι θορυβώδης και συχνά διεγείρεται εσφαλμένα, πρέπει να δοθεί λιγότερο ή και μηδενικό βάρος. Στην περίπτωση που επιθυμείται δίαυλος που να απαγορεύει την διέγερση (σπάνια περίπτωση), πρέπει να δοθούν αρνητικά βάρη.

- **Βάρος διέγερσης**

Αυτός είναι ο ολικός αριθμός των βαρών που απαιτούνται για να τεθεί σε διέγερση ο σεισμικός καταγραφέας ή το σεισμολογικό δίκτυο.

- **Βάρος αποδιέγερσης**

Το βάρος αυτό έχει τιμή κάτω από την οποία πρέπει να βρεθεί ο συνολικός αριθμός των βαρών διέγερσης (άθροισμα όλων ανεξάρτητων βαρών), έτσι ώστε στον καταγραφέα ή στο δίκτυο να σταματήσει η διέγερση. Όταν το βάρος αποδιέγερσης έχει την τιμή 1, συνήθως σημαίνει ότι πρέπει όλοι οι δίαυλοι ψηφοφορίας να αποδιεγερθούν, πριν ο καταγραφέας απενεργοποιηθεί.

▪ Βάρος διέγερσης εξωτερικού καναλιού

Αυτή η τιμή αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ψήφων που ορίζεται στην είσοδο "εξωτερικού διαύλου διέγερσης". Αυτή η παράμετρος είναι περισσότερο χρήσιμη στα δίκτυα στων σεισμικών καταγραφών που είναι διασυνδεδεμένοι. Σε αυτή τη διαμόρφωση κάθε καταγραφή διέγερσης "πληροφορεί" όλες τις άλλες μονάδες στο δίκτυο ότι έχει διεγερθεί. Αν είναι επιθυμητό να διασφαλιστεί ότι όλοι οι καταγραφείς στο δίκτυο διεγείρονται όταν μια μονάδα διεγείρεται, ο εξωτερικός δίαυλος διέγερσης θα πρέπει να έχει το ίδιο βάρος με το βάρος διέγερσης. Εναλλακτικά, αν επιδιώκεται ένας συνδυασμός εξωτερικής διέγερσης με άλλα εσωτερικά κριτήρια, θα πρέπει να ρυθμιστούν τα βάρη αναλόγως.

Η πλήρης κατανόηση των παραμέτρων ψηφοφορίας επιτυγχάνεται μέσω των κάτωθι παραδειγμάτων.

- ❖ Ένας κλασικός ισχυρλης κίνησης σεισμικός καταγραφέας που τίθεται σε ανοικτό χώρο δεν έχει διασυνδεδεμένες μονάδες και διαθέτει εσωτερικό επιταχυνσιόμετρο τριών συνιστωσών. Αν τεθούν και τα τρία βάρη των διαύλων με τιμή 1 κι επίσης το βάρος διέγερσης με τιμή 1, οποιαδήποτε συνιστώσα θα μπορούσε να διεγείρει το σύστημα. Στις πιο θορυβώδεις περιοχές είναι προτιμότερο το βάρος διέγερσης να παίρνει την τιμή 2. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει δύο δίαυλοι να είναι σε κατάσταση διέγερσης αντίστοιχα πριν ξεκινήσει η καταγραφή των δεδομένων.
- ❖ Ένα μικρό ασθενής κίνησης σεισμικό δίκτυο γύρω από ένα ορυχείο έχει σχεδιαστεί για παρακολούθηση των τοπικών μικροσεισμών. Αποτελείται από 5 επίγειους σεισμικούς σταθμούς με μικρής περιόδου, κάθετης συνιστώσας σεισμόμετρα και ένα τριών συνιστωσών επιταχυνσιόμετρο σε μικρή γεώτρηση. Στο κέντρο του δικτύου χρησιμοποιείται ένα μετρητικό σύστημα 8 εισόδων. Ένας από τους επίγειους σταθμούς είναι υπερβολικά θορυβώδης λόγω των εργασιών που πραγματοποιούνται ακριβώς δίπλα σε αυτόν. Όλοι οι άλλοι έχουν περίπου τον ίδιο σεισμικό θόρυβο. Δύναται να τεθεί προσωρινά στο θορυβώδη σταθμό ένα βάρος διαύλου με την τιμή 0, έτσι ώστε να μη έχει την δυνατότητα να διεγερθεί, και την τιμή 1 στα βάρη διαύλων όλων των άλλων επίγειων σταθμών. Το υπόγειο επιταχυνσιόμετρο είναι πολύ ήσυχο αλλά λιγότερο ευαίσθητο σε σχέση με τους επίγειους σταθμούς (επιταχυνσιόμετρα), οπότε επιλέγεται τιμή 2 για βάρος κάθε συνιστώσας. Γι' αυτό το δίκτυο θα ήταν επαρκής αρχική επιλογή η τιμή 3 για βάρος διέγερσης. Το σύστημα διεγείρεται στις εξής τρεις περιπτώσεις: διεγείρονται το λιγότερο τρεις σταθμοί ή δύο συνιστώσες από το επιταχυνσιόμετρο ή ένας επίγειος σταθμός και μια συνιστώσα από το επιταχυνσιόμετρο. Ας υποθέσουμε πως υπάρχουν συχνές εκρήξεις στο ορυχείο. Αν επιθυμείται, δύναται να χρησιμοποιείται ένας εξωτερικός δίαυλος διέγερσης που έχει πάρει την τιμή -8 και χειροκίνητα

(με έναν διακόπτη) να εμποδίζει την καταγραφή αυτών των εκρήξεων (υπόγειος σταθμός: 3×2 βάρη διαύλου + επίγειοι σταθμοί: 4×1 βάρος διαύλου - 8 Εξωτερικά βάρη < 3 βάρη διέγερσης).

F) ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Για την επιτυχή ρύθμιση των ιδανικών παραμέτρων διέγερσης και των σχετικών παραμέτρων απαιτείται μια συστηματική προσέγγιση. Αρχικά, οι επιδιώξεις της σεισμικής εγκατάστασης πρέπει να καθοριστούν προσεκτικά και να αναζητηθεί προϋπάρχουσα γνώση για το σεισμικό θόρυβο (αν φυσικά υπάρχει) της περιοχής. Με βάση αυτή την πληροφορία, ρυθμίζονται οι αρχικές τιμές των παραμέτρων. Πληροφορίες για αυτές πρέπει να διατηρηθούν για λόγους τεκμηρίωσης. Είναι προτιμότερο οι ρυθμίσεις επιπέδου κατωφλίου διέγερσης αρχικά να πάρουν χαμηλές τιμές, παρά πολύ υψηλές. Διαφορετικά μπορεί να απαιτηθεί πολύ χρόνος για την απόκτηση ενός αποτελεσματικού αριθμού καταγραφών για μια σημαντική ανάλυση.

Στη συνέχεια το όργανο ή το δίκτυο αφήνεται να λειτουργήσει για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Το απαιτούμενο χρονικό εύρος λειτουργίας χωρίς αλλαγή των παραμέτρων καταγραφής εξαρτάται πολύ από την σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή. Μεγάλος αριθμός σεισμών και/ή εσφαλμένων καταγραφών διεγέρσεων καταγράφονται πριν η πρώτη επαναρίθμιση των παραμέτρων είναι εφικτή. Αποφάσεις που βασίζονται σε μια ή μερικές καταγραφές σπάνια οδηγούν σε βελτιώσεις, καθώς στην περίπτωση αυτή η προσπάθεια δε συγκλίνει σε καμιά σημαντική ρύθμιση.

Μετάπειτα, όλες οι εγγραφές, συμπεριλαμβανομένου και των εσφαλμένων, πρέπει να επιθεωρηθούν. Η πληρότητα των καταγραφών των γεγονότων ελέγχεται (σεισμικός θόρυβος, οι αφίξεις P, τα κύματα coda) και οι αιτίες των εσφαλμένων διεγέρσεων αναλύονται. Ο λόγος $\frac{\text{καταγραφές} \cdot \text{γεγονότων}}{\text{εσφαλμένες} \cdot \text{καταγραφές}}$ υπολογίζεται και συγκρίνεται με το επιδιωκόμενο επίπεδο. Αν ο αριθμός των διεγέρσεων δεν προσεγγίσει το παραδεκτό επίπεδο, τότε πρέπει να αυξηθεί η ευαισθησία διέγερσης χαμηλώνοντας το επίπεδο (ή τα επίπεδα) κατωφλίου διέγερσης STA/LTA. Αν ο αριθμός των εσφαλμένων διεγέρσεων είναι πολύ μεγάλος, πρέπει να αναζητηθούν οι αιτίες αυτού του γεγονότος και να γίνει προσπάθεια μείωσης τους αλλάζοντας τις παραμέτρους STA/LTA και/ή τις παραμέτρους διαδικασίας ψηφοφορίας. Μόνο αν αυτό δε βελτιώσει την κατάσταση, πρέπει να μειωθούν οι ευαισθησίες διέγερσης.

Όταν η ανάλυση ολοκληρωθεί, οι παράμετροι πρέπει να μεταβληθούν ανάλογα με τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει. Οι νέες ρυθμίσεις αρχειοθετούνται για λόγους τεκμηρίωσης. Το όργανο ή το δίκτυο αφήνεται εκ νέου ενεργό για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, οι νέες

εγγραφές αναλύονται και γίνονται και άλλες αλλαγές αν χρειάζεται. Επαναλαμβάνοντας αυτή τη διαδικασία, σταδιακά, θα βρεθούν οι καλύτερες ρυθμίσεις των παραμέτρων.

3.2.3.8.2. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ IN/OUT

Το **Mars-88** παρέχει μια είσοδο εξωτερικής διέγερσης. Η είσοδος εξωτερικής διέγερσης (external triggering input) μπορεί να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό σύμπτωσης (coincidence calculation). Έτσι, είναι δυνατόν να διεγερθεί το όργανο εξ αποστάσεως.

Από την άλλη μεριά, το Mars-88 έχει, επίσης, και μια έξοδο εξωτερικής διέγερσης (external triggering output). Αυτή η έξοδος ενεργοποιείται εφόσον υφίσταται εσωτερική διέγερση του οργάνου. Αυτό είναι χρήσιμο σε διατάξεις master/slave.

3.2.3.8.3. Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΤΩΣΗΣ (COINCIDENCE MECHANISM)

Ο αλγόριθμος διέγερσης, του οποίου η ερμηνεία έγινε στην προηγούμενη ενότητα, εφαρμόζεται σε καθεμιά από τις τρεις συνιστώσες, ανεξάρτητα από τον αριθμό των εισόδων που έχουν επιλεγεί για καταγραφή. Έτσι, είναι δυνατόν να γίνει διέγερση σύμπτωσης (coincidence triggering) βασισμένη στα τρία κανάλια ακόμη και αν μόνο ένα κανάλι τελικά καταγράφεται.

Η πληροφορία διέγερσης για κάθε κανάλι (συμπεριλαμβανομένου και της εισόδου εξωτερικής διέγερσης) πολλαπλασιάζεται από έναν παράγοντα βάρους (weighting factor). Στη συνέχεια τα αποτελέσματα προστίθενται μεταξύ τους. Αν το άθροισμα όλων των καναλιών είναι μεγαλύτερο ή ίσο με το άθροισμα σύμπτωσης (coincidence sum) που προκαθορίζεται, το κριτήριο διέγερσης θεωρείται ότι έχει πληρωθεί.

➤ ΣΥΝΕΧΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ (CONTINUOUS RECORDING)

Το άθροισμα σύμπτωσης (coincidence sum) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναγκάσει το σύστημα σε συνεχή καταγραφή. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε συνδυασμό με την εντολή switch. Αν επιθυμείται συνεχής (ήτοι χωρίς διέγερση) καταγραφή μόνο για ένα συγκεκριμένο χρονικό παράθυρο τότε τίθεται το άθροισμα σύμπτωσης (coincidence sum) στην τιμή μηδέν και σε τιμή μεγαλύτερη από το άθροισμα όλων των βαρών (weights) εκτός του παραθύρου αυτού.

3.2.3.9. ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΔΕΙΕΣ (LOGIN LEVEL AND PERMISSIONS)

Οι παράμετροι του συστήματος μπορούν να προστατευθούν από μη εξουσιοδοτημένη ή μη σκόπιμη τροποποίηση. Κάθε παράμετρος έχει ένα επίπεδο άδειας (permission level). Από την άλλη, ο χρήστης έχει ένα επίπεδο πρόσβασης (login level). Μια παράμετρος μπορεί μόνο να αλλάξει εφόσον το τρέχων επίπεδο πρόσβασης του χρήστη είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το επίπεδο άδειας της παραμέτρου.

Το αρχικό επίπεδο πρόσβασης, αμέσως μετά την έναρξη λειτουργίας του οργάνου, είναι (1). Μπορεί να αυξηθεί το επίπεδο πρόσβασης σε (2) με τη χρήση της εντολής **login**. Υπάρχει κι ακόμη μεγαλύτερο επίπεδο πρόσβασης (3) όπου καλείται **Service Mode**. Αυτό το επίπεδο αφορά μόνο κάποιες ειδικές εντολές, οι οποίες εκτελούνται αποκλειστικά από εξουσιοδοτημένο για επισκευή/συντήρηση προσωπικό.

Να σημειωθεί ότι το τρέχον επίπεδο πρόσβασης του χρήστη αφορά μόνο την μεταβολή της τιμής μιας παραμέτρου. Οποτεδήποτε είναι δυνατόν να ελεγχθούν οι τιμές όλων των παραμέτρων, ανεξάρτητα από το τρέχον επίπεδο πρόσβασης.

Το ενσωματωμένο σύστημα της κονσόλας και ο τερματικός διερμηνευτής εντολών (terminal command interpreter), διαθέτουν ξεχωριστό επίπεδο πρόσβασης (login level). Αυτό σημαίνει ότι αν το τερματικό έχει επίπεδο πρόσβασης (2), αλλά δεν έχει πραγματοποιηθεί προσπάθεια αύξησης του επιπέδου στην κονσόλα, το επίπεδο πρόσβασης στην κονσόλα παραμένει (1).

Για τις περισσότερες εντολές, το προκαθορισμένο επίπεδο άδειας (default permission level) για την αλλαγή της τιμής είναι (1), ήτοι οι τιμές τους μπορούν να αλλάξουν οποτεδήποτε μετά την έναρξη λειτουργίας του οργάνου. Μπορεί, όμως, να αυξηθεί το επίπεδο άδειας για εντολές, εμποδίζοντας έτσι την τροποποίηση κάποιων ενδεχομένως κρίσιμων εντολών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εντολή **permission**. Προφανώς, ένα επίπεδο άδειας μιας παραμέτρου μπορεί μόνο να τροποποιηθεί αν το τρέχον επίπεδο πρόσβασης του χρήστη είναι μεγαλύτερο ή ίσο του επιπέδου άδειας της παραμέτρου.

Το επίπεδο άδειας κάθε παραμέτρου αποθηκεύεται, επίσης, σε παραμένουσα μνήμη (nonvolatile memory). Μερικές παράμετροι έχουν "hardwired" τιμές άδειας οι οποίες δεν μπορούν να μεταβληθούν.

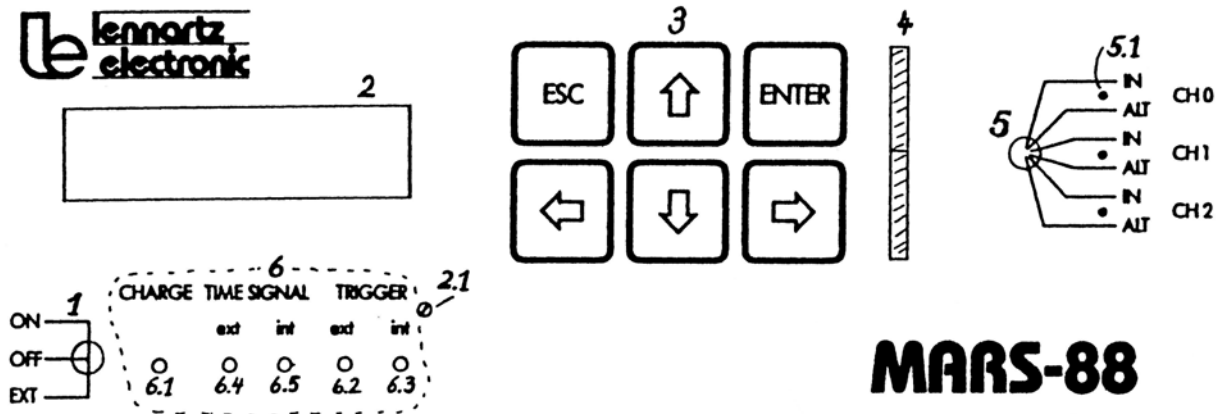
3.2.4. Λειτουργική Αναφορά

3.2.4.1. Εισαγωγή

Το **Mars-88** είναι ένα δυνατό και εξελιγμένο εργαλείο για ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών όσο αναφορά τις σεισμολογικές μετρήσεις. Αυτή η ενότητα περιέχει οδηγίες λειτουργίας, χωρίς να είναι μια ολοκληρωμένη περιγραφή όλων των δυνατοτήτων εγκατάστασης.

3.2.4.2. Διάταξη Πρόσοψης (front panel layout)

Το σχήμα επιδεικνύει τα διάφορα κομβία ελέγχου και διακόπτες πάνω στην πρόσοψη του οργάνου. Θα γίνεται συχνή αναφορά σε αυτό το σχήμα, χρησιμοποιώντας αριθμούς μέσα σε παρενθέσεις για να δηλώνεται ο κατάλληλος διακόπτης ή δείκτης.



Σχήμα 58: Πρόσοψη του οργάνου (Mars-88/FD Operating Manual)

3.2.4.3. Κομβία ελέγχου και διακόπτες πρόσοψης

Τα ακόλουθα κομβία ελέγχου ευρίσκονται πάνω στην πρόσοψη:

<p>Power switch [1] : (διακόπτης έναρξης λειτουργίας οργάνου)</p>	<p>Αυτός είναι ένας διακόπτης τριών θέσεων. Οι τρεις θέσεις είναι ON, OFF και EXT.</p>
<p>Keyboard [3] : (πληκτρολόγιο)</p>	<p>Τα τέσσερα πλήκτρα με τα βελάκια και τα δύο πλήκτρα με τις ονομασίες ESC και ENTER χρησιμεύουν για να μετακινείται ο χειριστής μεταξύ των δυνατών επιλογών που απεικονίζονται στην LCD οθόνη (ο συνδυασμός πληκτρολογίου και οθόνης, συχνά καλείται κοσσόλα).</p>

<p>Rotary switch [5] : (περιστροφικός διακόπτης)</p>	<p>Ο περιστροφικός διακόπτης έξι θέσεων χρησιμεύει για την επιλογή του διαύλου και του είδους του σήματος που απεικονίζεται στην σειρά των LED (LED chain). Για κάθε δίαυλο (CH0, CH1 & CH2), υπάρχουν δύο θέσεις. Στην θέση IN, απεικονίζεται το σήμα εισόδου (input signal). Στη θέση ALT, απεικονίζεται ένα εναλλασσόμενο σήμα (alternative signal). Μέσω του μενού μπορεί να επιλεγεί ποιο ακριβώς εναλλασσόμενο σήμα θα απεικονίζεται.</p>
<p>Offset pots [5.1] : (Ποτενσιόμετρα μετατόπισης)</p>	<p>Για κάθε δίαυλο εισόδου, παρέχεται ένα ποτενσιόμετρο μετατόπισης. Σε συνδυασμό με την σειρά των LED [4], τα ποτενσιόμετρα αυτά επιτρέπουν την μετατόπιση κάθε συνιστώσας να ρυθμιστεί στο ελάχιστο.</p>
<p>Πλήκτρο FLUSH : [δεν εμφανίζεται]</p>	<p>Αυτό είναι ένα ξεχωριστό πλήκτρο το οποίο δεν είναι μέρος του κανονικού πληκτρολογίου. Χρησιμεύει για το "άδειασμα" του περιεχομένου των εσωτερικών προσωρινών μνημών (buffers) του συστήματος στις δισκέτες του συστήματος. Το LED με την ετικέτα READY είναι ένα αναπόσπαστο μέρος αυτού του πλήκτρου. Αυτό το LED ενεργοποιείται μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας μεταφοράς των δεδομένων (flushing operation). Κατά τη διάρκεια που το READY LED είναι αναμμένο, οι δισκέτες μπορούν με ασφάλεια να εξαχθούν από το όργανο.</p>

3.2.4.4. Δείκτες Πρόσοψης

Υπάρχουν τρεις ομάδες δεικτών όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα:

<p>LCD οθόνη [2] : (LCD display)</p>	<p>Αυτή είναι μια αλφαριθμητική οθόνη 2 γραμμών με 16 χαρακτήρες, που χρησιμεύει για την απεικόνιση των επιλογών του συστήματος και των μηνυμάτων σφαλμάτων. Η LCD οθόνη, σε συνδυασμό με το πληκτρολόγιο (6 πλήκτρων), καλείται, επίσης, κονσόλα (console).</p>
---	--

<p>Ρύθμιση Contrast [2.1] : (Contrast adjustment)</p>	<p>Αυτό το μικρό ποτενσιόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ρύθμιση της αντίθεσης (contrast) της LCD οθόνης [2] ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού και την επιθυμητή οπτική γωνία.</p>
<p>Σειρά από LED [4] : (LED chain)</p>	<p>Αυτή η σειρά από LED, η οποία αποτελείται από 15 στοιχεία, χρησιμοποιείται για την απεικόνιση του αναλογικού σήματος σε διάφορες στάθμες στην χρονική αλληλουχία του σήματος. Ένας περιστροφικός διακόπτης (βλέπε παραπάνω), χρησιμεύει για την επιλογή του καναλιού που πρόκειται να απεικονιστεί. Η κονσόλα χρησιμοποιείται για την επιλογή του εύρους απεικόνισης και του είδους του σήματος που θα απεικονίζεται.</p>
<p>Μονά LEDs [6] : (single LEDs)</p>	<p>Υπάρχει μια σειρά από μονά LEDs. Η έννοια αυτών αναλύεται στην συνέχεια.</p>
<p>CHARGE [6.1] : (φορτίο)</p>	<p>Αυτό το LED δείχνει αν μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένη. Αν ένας φορτιστής είναι συνδεδεμένος, το LED θα είναι αναμμένο μόνο όταν το όργανο από μόνο του ενεργοποιηθεί. Σημειώνεται ότι μετά την εκφόρτιση της εσωτερικής μπαταρίας, αν ένας φορτιστής έχει συνδεθεί στην μονάδα, τότε το LED είναι πιθανό να μην ανάψει αμέσως.</p>
<p>TRIGGER ext [6.2] : (διέγερση εξωτερική)</p>	<p>Αυτό το LED δείχνει αν είναι παρόν ένα ενεργό σήμα στην είσοδο εξωτερικής διέγερσης. Ένας μικρός εξωτερικός παλμός είναι επαρκής για να θέσει αυτό το LED σε λειτουργία. Το LED σβήνει και ξεκινά το επόμενο block.</p>
<p>TRIGGER int [6.3] : (διέγερση εσωτερική)</p>	<p>Αυτό το LED δείχνει πότε υπάρχει εσωτερική διέγερση. Το LED ενεργοποιείται εφόσον το κριτήριο σύμπτωσης (coincidence criterium) έχει πληρωθεί. Το LED σβήνει μετά την εξασθένιση της διέγερσης. Κατά τη διάρκεια του χρόνου μετά την διέγερση (post-event time), το LED έχει ήδη σβήσει. Εφόσον η διέγερση συμβαίνει στο επίπεδο ενός ολόκληρου block, το χρονικό μεσοδιάστημα (latency) μεταξύ της ακριβής συμπλήρωσης του κριτηρίου διέγερσης και της ενεργοποίησης του LED εξαρτάται από τον ρυθμό δειγματοληψίας. Για χαμηλό ρυθμό, υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο χρονικό μεσοδιάστημα.</p>

TIME SIGNAL ext [6.4] : (εξωτερικό χρόνου)	Αυτό το LED δείχνει την ύπαρξη του εξωτερικού σήματος χρονισμού. Σημειώνεται ότι το DCF-77 εκπέμπει μικρότερους και μεγαλύτερους παλμούς. Η διαφορά μεταξύ μικρού και μεγάλου παλμού είναι ορατή σε αυτό το LED.
TIME SIGNAL int [6.5] : (εσωτερικό χρόνου)	Αυτό το LED δείχνει τους "χτύπους" του εσωτερικού ρολογιού. Μαζί με τον εξωτερικό δείκτη (ext indicator), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έλεγχο του συγχρονισμού ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Ο εσωτερικός δείκτης (int indicator) εμφανίζει έναν μικρό παλμό κάθε δευτερόλεπτο, παραλείποντας το 59 ^ο δευτερόλεπτο (όπως ο DCF time code)

3.2.4.4.1. Δείκτης προσωρινής παύσης (indicator timeout)

Για την LCD οθόνη παρατηρείται μια μικρή προσωρινή παύση (μόνο μερικά δευτερόλεπτα). Όταν τελειώσει ο χρόνος ανάπαυλας, εμφανίζεται μια σειρά από παύλες στην κάτω γραμμή της οθόνης:

"-----"

Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης πρέπει να πατήσει ένα οποιοδήποτε πλήκτρο για να ενεργοποιήσει ξανά την οθόνη. Αυτή η λειτουργία αποτρέπει την εμφάνιση παρελθούσης πληροφορίας στην οθόνη.

Για τους δείκτες LED παρατηρείται μια πιο μεγάλη προσωρινή παύση (μερικά λεπτά). Για εξοικονόμηση ενέργειας, τα LEDs απενεργοποιούνται μετά το τέλος της προσωρινής παύσης. Πατώντας ένα οποιοδήποτε πλήκτρο, τα LEDs ενεργοποιούνται ξανά. Πατώντας το πλήκτρο *ESC*, η οθόνη εμφανίζει ακριβώς την ίδια είσοδο του menu που βρισκόταν πριν την απενεργοποίηση.

3.2.4.5. Διαδικασία Εκκίνησης (power-up)

Για προσωρινή λειτουργία (buffered operation) (π.χ. να παρέχεται ρεύμα από την ενσωματωμένη μπαταρία), ο διακόπτης εκκίνησης [1] πρέπει να μετακινηθεί από τη θέση OFF στη θέση ON.

Για μη προσωρινή λειτουργία (non-buffered operation) (π.χ. να παρέχεται ρεύμα από μια εξωτερική πηγή 12V DC), ο διακόπτης εκκίνησης [1] πρέπει να μετακινηθεί από τη θέση OFF στη θέση EXT.

Πρέπει να μην υπάρχουν δισκέτες στους οδηγούς δισκετών, ενώ το σύστημα τίθεται σε λειτουργία ή τερματίζεται. Υπάρχει πιθανότητα απώλειας δεδομένων, αν μια δισκέτα είναι μέσα στον οδηγό κατά τη διάρκεια του χρόνου έναρξης ή τερματισμού του οργάνου (power-up ή power-down time).

Αν η διαδικασία έναρξης έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, θα ηχήσει μια σειρά από τέσσερις ηλεκτρονικούς ήχους (bim-di-di-bim). Αυτοί οι ήχοι μαζί με την εμφάνιση του κειμένου του μενού στην LCD οθόνη [2], δείχνει ότι το σύστημα είναι εν λειτουργία και λειτουργεί κανονικά.

Σε περίπτωση που προκλήθηκε κάποιο σφάλμα κατά την διάρκεια του αυτοελέγχου του οργάνου, στην οθόνη εμφανίζεται ο αριθμός σφάλματος που αντιστοιχεί στην κάθε περίπτωση.

Στην περίπτωση που ούτε ήχος ακουστεί αλλά ούτε εμφανιστεί κάποιο μήνυμα στην οθόνη, αυτό σημαίνει ότι:

- Αν ο διακόπτης εκκίνησης [1] έχει τεθεί στην θέση EXT, τότε δεν υπάρχει επαρκής εξωτερική τάση, ή
- Αν ο διακόπτης [1] έχει τεθεί στην θέση ON, τότε η εσωτερική μπαταρία είναι εκφορτισμένη.

Αν η προσωρινή μνήμη (battery-buffered memory), όπου είναι αποθηκευμένες οι παράμετροι λειτουργίας του οργάνου, έχει καταστραφεί, το όργανο θα επαναφέρει τις εργοστασιακές ρυθμίσεις και θα γίνει επανεκκίνηση έχοντας τις ρυθμίσεις αυτές. Αυτό θα συμβεί, επίσης, και στην περίπτωση αναβάθμισης του μόνιμου λογισμικού υλικού (firmware) του οργάνου, σε μια καινούρια έκδοση.

3.2.4.6. Διαδικασία Τερματισμού (power-down)

Αν το όργανο δεν έχει καταγράψει καθόλου δεδομένα ενώ βρισκόταν σε κατάσταση λειτουργίας, απλά μπορεί να μετακινηθεί ο διακόπτης εκκίνησης [1] στη θέση OFF.

Αν, ωστόσο, υπάρχουν δεδομένα στη μνήμη, πρέπει να αποθηκευτούν στις δισκέτες πριν τον τερματισμό του οργάνου, διαφορετικά θα χαθούν.

3.2.4.7. Αυτοέλεγχοι κατά την εκκίνηση

Το MARS-88 έχει ένα μόνιμο λογισμικό υλικού (firmware) για την εκτέλεση εκτεταμένων προγραμμάτων αυτοελέγχου κατά την εκκίνηση (power-on self tests). Οι έλεγχοι αυτοί συμπεριλαμβάνουν τις μνήμες RAM και ROM όπως επίσης και ελέγχους αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων.

Μετά την εκκίνηση, παίρνει κάποιο χρόνο λίγων δευτερολέπτων στο σύστημα για να ολοκληρώσει αυτούς τους ελέγχους. Οι έλεγχοι ολοκληρώνονται όταν στην οθόνη, που είναι ενσωματωμένη με την κονσόλα, εμφανιστεί μια είσοδος στο μενού ή αν ένα συνδεδεμένο τερματικό δείξει το σημείο εισαγωγής του τερματικού περιβάλλοντος (shell prompt).

Αυτοί οι έλεγχοι είναι επαρκείς αναλυτικά, κι έτσι είναι αρκετά βέβαιο ότι το όργανο λειτουργεί κανονικά μετά την επιτυχή ολοκλήρωσή τους.

Στην περίπτωση που το αποτέλεσμα των ελέγχων είναι εσφαλμένο, το σύστημα εμφανίζει ένα μήνυμα τόσο στην οθόνη του τερματικού (αν υπάρχει), όσο και στην οθόνη της ενσωματωμένης κονσόλας.

Αν εμφανιστεί ένα σοβαρό σφάλμα κατά τη διάρκεια αυτών των ελέγχων, το όργανο θα μείνει σε μια εσφαλμένη κατάσταση (error state). Το μήνυμα σφάλματος θα εμφανίζεται επανειλημμένα στην οθόνη.

3.2.5. Συγκρότηση του οργάνου (setting up the instrument)

3.2.5.1. Εισαγωγή

Αυτή η ενότητα περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να μεταβληθεί η λειτουργία του οργάνου. Επίσης, αναφέρει όλες τις παραμέτρους, και πώς αυτές μπορούν να μεταβληθούν, έτσι ώστε να προσαρμοστεί το όργανο σε ειδικές μετρητικές ανάγκες.

3.2.5.2. Ειδική Σημειογραφία (Special Notation)

Για την περιγραφή κάποιων ειδικών στοιχείων, χρησιμοποιείται συγκεκριμένη σημειογραφία.

XXX	Πλήκτρα πρόσοψης (Front Panel Keys): αντικαθιστώντας το XXX με τις λέξεις UP, DOWN, LEFT ή RIGHT, σημαίνει το πλήκτρο με βέλος που δείχνει την κατεύθυνση αυτή. Τα *ENTER* και *ESC* αντιστοιχούν στα πλήκτρα με την ονομασία ENTER και ESC, αντίστοιχα.
<RET>	Αντιστοιχεί στο πλήκτρο RETURN του τερματικού. Σε μερικά τερματικά, αυτό το πλήκτρο μπορεί να έχει την ονομασία ENTER, ή μπορεί να φέρει το σύμβολο

	ενός down-left βέλους.
[xxx]	Το κείμενο στις αγκύλες σημαίνει "προαιρετικό κείμενο" (optional text)
X y	Όταν δύο ή περισσότερα στοιχεία είναι χωρισμένα με κάθετες γραμμές σημαίνει "μια επιλογή ανάμεσα σε όλα τα στοιχεία".
*	Ο αστερίσκος είναι ένας πλασματικός χαρακτήρας ο οποίος μπορεί να αντικατασταθεί σε πολλές περιπτώσεις όταν απαιτείται ένα κανάλι. Σημαίνει: "Όλα τα κανάλια"
#	Το σύμβολο αυτό είναι ένας χαρακτήρας εισαγωγής κάποιου σχόλιου (comment lead-in character). Το κείμενο που ακολουθεί το σύμβολο αυτό πρέπει να θεωρείται άσχετο για λειτουργία του συστήματος. Το τερματικό λαμβάνει υπόψη το comment lead-in, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνουν τα αρχεία διάρθρωσης (configuration files) περισσότερο ευανάγνωστα. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται σχόλια στην τεκμηρίωση.

3.2.5.3. Παράμετροι

Η λειτουργία του **MARS-88** ελέγχεται διαμέσου κάποιων παραμέτρων. Το όργανο επιτρέπει την αποθήκευση και την ανάκληση ως και 8 ολοκληρωμένων συνόλων παραμέτρων. Έτσι, το όργανο μπορεί να προρυθμιστεί στο εργαστήριο για διάφορες διαμορφώσεις, οπότε οι χειριστές δεν χρειάζεται να απασχοληθούν με τις λεπτομέρειες όσον αφορά την συγκρότησή του. Το μόνο που χρειάζεται είναι να επιλέξουν το κατάλληλο σύνολο παραμέτρων για την νέα συγκρότηση του οργάνου (setup).

Οι παράμετροι μπορούν να τροποποιηθούν με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους:

Πληκτρολόγιο: (Keyboard)	Το ενσωματωμένο 6-πλήκτρων πληκτρολόγιο και η 2*16-χαρακτήρων LCD οθόνη παρέχουν τη δυνατότητα παρέμβασης από το χρήστη διαμέσου μενού επιλογών.
Τερματικός/ ΗΥ: (Terminal / PC)	Το τερματικό ή ο Η/Υ, που συνδέεται μέσω του RS-232, προσφέρει μια τυπική τερματική διασύνδεση.

I/O Κανάλι: (I/O Channel)	Οι παράμετροι μπορούν επίσης να τροποποιηθούν φορτώνοντας αρχεία εντολών από δισκέτες. Ένα αρχείο εντολής από δισκέτα μπορεί να περιέχει ένα υποσύνολο του πλήρους συνόλου εντολών (full command set).
Καθοριστής χρονοδιαγράμματος: (Scheduler)	Ο διαχειριστής MARS-88 switching times είναι στην πραγματικότητα κάτι πολύ περισσότερο από αυτό: είναι ένας ολοκληρωμένος καθοριστής χρονοδιαγράμματος ο οποίος μπορεί να προκαλέσει την εκτέλεση κάθε εντολής σε προκαθορισμένο χρόνο, είτε μια φορά είτε επαναληπτικά. Έτσι, ο καθοριστής αυτός μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για αλλαγή επιμέρους παραμέτρων, ή για αλλαγή ενός ολόκληρου συνόλου παραμέτρων ταυτόχρονα.

Μπορεί να γίνει μεταβολή από ένα σύνολο παραμέτρων σε ένα άλλο με την εντολή **select**. Υπάρχει επίσης μια εντολή η οποία ανασυγκροτεί όλα τα σύνολα των παραμέτρων στο επίπεδο των εργοστασιακών ρυθμίσεων. Αυτή είναι η εντολή **defaults**.

3.2.5.4. Το σύστημα του μενού της κονσόλας (console menu system)

Στην ενσωματωμένη κονσόλα όλοι οι παράμετροι μπορούν να ελεγχθούν με τη χρήση του μόνιμου menu (resident menu system).

Τα στοιχεία του μενού είναι ταξινομημένα σε στήλες και γραμμές. Παρόμοια στοιχεία είναι ταξινομημένα σε ομάδες κάτω από την ίδια στήλη.

Εντολές που αφορούν ειδικά τα κανάλια, εμφανίζονται τρεις φορές στο σύστημα του μενού της κονσόλας. Για παράδειγμα, η εντολή **'sta'** εμφανίζεται τρεις φορές ως **sta_0**, **sta_1** και **sta_2**.

3.2.5.4.1. Ήχος πλήκτρου / Αυτόματη επανάληψη

Όταν ένα πλήκτρο στην πρόσοψη πιέζεται, τότε παράγεται ένας ήχος. Αν το πλήκτρο κρατείται πατημένο πάνω από περίπου ένα δευτερόλεπτο, η ενέργεια που αντιστοιχεί στο πλήκτρο αυτό επαναλαμβάνεται.

3.2.5.4.2. Λογική οθόνη (logical display)

Η λογική οθόνη έχει τρεις γραμμές. Η πάνω γραμμή (γραμμή 1) περιέχει την επικεφαλίδα της στήλης του μενού. Η μεσαία γραμμή (γραμμή 2) περιέχει την τρέχουσα τιμή μιας παραμέτρου, ενώ η κάτω γραμμή (3) χρησιμοποιείται για δεδομένα εισόδου από τον χρήστη (user input). Η φυσική οθόνη, ωστόσο έχει μόνο δύο γραμμές.

3.2.5.4.3. Menu Modes

Το σύστημα μενού έχει δύο κύριους τρόπους λειτουργίας (Modes). Στο **View Mode**, εμφανίζονται οι παράμετροι, αλλά δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Σε αυτό το επίπεδο, στη φυσική οθόνη φαίνονται οι γραμμές 1 και 2 της λογικής οθόνης. Αντίθετα, στο **Setting Mode** επιτρέπεται η μεταβολή των περισσότερων παραμέτρων. Κατά την εισαγωγή του **Setting Mode**, η οθόνη αλλάζει. Στην πάνω γραμμή απεικονίζεται η παλιά τιμή του στοιχείου του οποίου πρόκειται να μεταβληθεί η τιμή (γραμμή 2 της λογικής οθόνης), ενώ στην κάτω γραμμή φαίνεται η τρέχουσα τιμή που τροποποιείται κατά την διαδικασία αυτή (γραμμή 3 της λογικής οθόνης).

3.2.5.4.4. View Mode

Στο **View Mode** τα πλήκτρα της πρόσοψης χρησιμεύουν για τη μετακίνηση ενός φανταστικού 'παραθύρου' πάνω από τον πίνακα μενού (menu matrix). Κάθε πλήκτρο παίρνει την εξής σημασία:

LEFT και *RIGHT* (δεξιά και αριστερά)	Μετακινούν από στήλη σε στήλη. Οι στήλες είναι οργανωμένες σε κλειστό κύκλο. Αυτό σημαίνει, ότι πατώντας το *RIGHT* όταν είμαστε στην τελευταία δεξιά στήλη, επανερχόμαστε στην πρώτη αριστερά στήλη. Η θέση της γραμμής μέσα σε κάθε στήλη αποθηκεύεται στην μνήμη από το σύστημα. Όταν γίνεται εισαγωγή σε μια στήλη, το παράθυρο αυτόματα τοποθετείται στην ίδια γραμμή εκεί που ήταν την τελευταία φορά πριν αφήσουμε αυτή τη στήλη.
UP και *DOWN* (πάνω και κάτω)	Μετακινούν από γραμμή σε γραμμή. Οι γραμμές είναι οργανωμένες σε κλειστό κύκλο. Αυτό σημαίνει ότι πατώντας το *UP* όταν είμαστε στην τελευταία πάνω γραμμή, μετακινούμαστε πίσω στην τελευταία κάτω γραμμή.
ENTER (εισαγωγή)	Επιχειρεί τη μετάβαση από το View Mode στο Setting Mode . Ωστόσο, δεν έχουν όλες οι παράμετροι τη δυνατότητα να

	μεταβληθούν κάτω από όλες τις καταστάσεις. Αν αποτύχει η προσπάθεια μεταβολής στο Setting mode , εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα σφάλματος στην οθόνη.
ESC	Αφήνει το παράθυρο στην ίδια γραμμή και στήλη, αλλά ενημερώνει την οθόνη με την τρέχουσα τιμή. Αυτό είναι ιδιαίτερος χρήσιμο όταν γίνεται ρύθμιση της ώρας (TIME).

3.2.5.4.5. Setting Mode

Στο **Setting mode** τα πλήκτρα της πρόσοψης χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση ενός δρομέα σε έναν αριθμό ή στοιχειοσειρά (string), και τη διαμόρφωση της τιμής που βρίσκεται κάτω από την θέση του δρομέα. Κάθε πλήκτρο παίρνει την εξής σημασία:

LEFT και *RIGHT* (δεξιά και αριστερά)	Μετακινούν το δρομέα από ψηφίο σε ψηφίο. Δεν είναι δυνατόν να μετακινηθεί ο δρομέας πιο πέρα από το τελευταίο αριστερό ή τελευταίο δεξιό ψηφίο το οποίο μπορεί να μεταβληθεί. Για ορισμένα στοιχεία που δεν τους επιτρέπεται να δοθούν αυθαίρετες τιμές (π.χ. ρυθμός δειγματοληψίας), τα πλήκτρα *LEFT* και *RIGHT* δεμπορούν να επιδράσουν.
UP και *DOWN* (πάνω και κάτω)	Επιχειρούν να αυξήσουν ή να μειώσουν το ψηφίο κάτω από τον δρομέα. Για ορισμένα στοιχεία που δεν τους επιτρέπεται να δοθούν αυθαίρετες τιμές (π.χ. ρυθμός δειγματοληψίας), αυτά τα πλήκτρα δεν μεταβάλλουν μόνο ένα ψηφίο, αλλά αυξάνουν ή μειώνουν όλη την τιμή. Για τα περισσότερα αριθμητικά στοιχεία, αυξάνοντας ένα ψηφίο από 9 σε 0 ταυτοχρόνως αυξάνεται και το επόμενο μεγαλύτερο ψηφίο (και μειώνοντας από 0 σε 9 έχουμε το ανάλογο αποτέλεσμα).
ENTER (εισαγωγή)	Θέτει την τιμή ή εκτελεί την ενέργεια. Αν η εγκατάσταση έχει πραγματοποιηθεί με επιτυχία, το operation mode επιστρέφει μετά στο View mode , διαφορετικά, εμφανίζεται ένα μήνυμα σφάλματος στην οθόνη και θα παραμείνει στο Setting mode .
ESC	Επιστρέφει από το Setting mode στο View mode χωρίς να επηρεάζει την τιμή ή να εκτελεί την ενέργεια. Το παράθυρο παραμένει

	στην ίδια σειρά και γραμμή.
--	-----------------------------

3.2.5.4.6. Οθόνη προσωρινής παύσης (Display timeout)

Όπως έχει αναφερθεί και στην ενότητα “δείκτης προσωρινής παύσης”, η οθόνη θα παύσει προσωρινά μετά από μερικά δευτερόλεπτα αν δεν πατηθεί κάποιο πλήκτρο στο διάστημα αυτό. Στο **Timeout Mode**, η πάνω γραμμή της οθόνης απεικονίζει το τρέχων όνομα της στήλης. Η κάτω γραμμή απεικονίζει μόνο παύλες ‘-----’.

Για να γίνει έξοδος από την κατάσταση **Timeout Mode**, απλά πρέπει να πιεστεί ένα πλήκτρο. Η οθόνη θα γυρίσει στο **View mode**. Όταν γίνεται έξοδος από το **Timeout mode**, τα πλήκτρα με τα βελάκια παίρνουν την συνηθισμένη τους σημασία. Παρόλα αυτά, το πλήκτρο ***ENTER*** δεν λειτουργεί ως συνήθως: αντί να γίνεται εισαγωγή με το πλήκτρο αυτό στο **Setting mode**, με το πάτημα του απλά γίνεται μια ανανέωση της οθόνης, όπως ακριβώς κάνει και το πλήκτρο ***ESC***.

3.2.5.4.7. Μηνύματα σφαλμάτων στην κονσόλα (Console error messages)

Υπάρχουν δύο είδη μηνυμάτων σφαλμάτων στην κονσόλα. Μερικά μηνύματα προκαλούνται από μη κατάλληλες εισόδους του χειριστή. Αυτά θα περιγραφούν πρώτα. Άλλα μηνύματα μπορεί να προέρχονται από διάφορα τμήματα του οργάνου, λόγω διαφόρων εσφαλμένων καταστάσεων ή καταστάσεων προειδοποίησης.

- **Μηνύματα σφάλματος που προκαλούνται από τον χρήστη (operator-generated error messages)**

Τα μηνύματα σφαλμάτων που προκαλούνται από σφάλματα του ίδιου του χειριστή του οργάνου απεικονίζονται στη κάτω γραμμή της οθόνης και συνοδεύονται από ένα χαρακτηριστικό ήχο (beep). Η ακόλουθη λίστα παρουσιάζει όλα τα μηνύματα σφαλμάτων μαζί με μια σύντομη επεξήγηση του καθενός:

ERR: need mea off	Έγινε επιχείρηση να μεταβληθεί η τιμή μιας παραμέτρου η οποία είναι δυνατόν να μεταβληθεί όταν το σύστημα δεν λαμβάνει μετρήσεις. Τέτοιες παράμετροι περιλαμβάνουν τον ρυθμό δειγματοληψίας, τον αριθμό των καναλιών, προενισχυτική κλίμακα, κτλ.
--------------------------	---

ERR: permission	Έγινε επιχείρηση να μεταβληθεί η τιμή μιας παραμέτρου η οποία έχει επίπεδο προστασίας υψηλότερο από το τρέχον επίπεδο.
ERR: auto time	Έγινε επιχείρηση να οριστεί χειροκίνητα ο χρόνος ή η ημερομηνία ενώ το σύστημα ήταν σε sync_mode 2 (DCF). Η μεταβολή εκτελέστηκε αλλά δεν είχε κανένα αποτέλεσμα.
ERR: wrong input	Η παράμετρος είναι εκτός της επιτρεπόμενης περιοχής

- **Μηνύματα σφαλμάτων που προκαλούνται από το σύστημα (System-generated error messages)**

Τα μηνύματα αυτά αποτελούνται από έναν αριθμό μηνύματος και μια σύντομη περιγραφή.

3.2.5.5. Το τερματικό περιβάλλον (terminal shell)

Η αλληλεπίδραση με το τερματικό περιβάλλον είναι ακριβώς η ίδια όπως και με το περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος ενός υπολογιστή. Κάθε φορά που το περιβάλλον απεικονίζει στην οθόνη μια θέση αναμονής (σημείο εισαγωγής), (μια στοιχειοσειρά που στο τέλος έχει μια γωνιακή παρένθεση, π.χ. `1>`) μπορεί να εισαχθεί μια εντολή.

3.2.5.5.1. Κατάσταση οθόνης (Status Display)

Αν το τερματικό είναι συμβατό με τα VT100 ή ANSI πρότυπα, το Mars-88 απεικονίζει στην οθόνη μια γραμμή κατάστασης στο πάνω μέρος της οθόνης. Η γραμμή αυτή κατάστασης έχει τρία πεδία. Στο αριστερό πεδίο, εμφανίζεται η τρέχουσα κατάσταση του συστήματος μέτρησης. Το μεσαίο πεδίο εμφανίζει την κατάσταση της διέγερσης, ενώ το δεξιό πεδίο είναι διαθέσιμο για μια αναφορά ενέργειας της I/O διασύνδεσης (π.χ. το σύστημα δισκέτας).

Τα πιθανά μηνύματα που μπορούν να εμφανιστούν στο αριστερό πεδίο είναι:

<p>Booting (Διαδικασία Ενεργοποίησης)</p>	<p>Αυτό συμβαίνει μόνο αμέσως μετά την εκκίνηση. Δείχνει ότι το σύστημα λειτουργίας προετοιμάζει το όργανο για λειτουργία.</p>
<p>-----</p>	<p>Αν τίποτα δεν εμφανίζεται στην οθόνη σε αυτό το πεδίο, το σύστημα μέτρησης είναι σε θέση off. Δεν γίνεται καμιά απόκτηση δεδομένων.</p>
<p>Manual time invalid (ο χρόνος δεν είναι έγκυρος)</p>	<p>Το σύστημα μέτρησης είναι σε θέση on, αλλά πρέπει να τεθεί η ώρα χειροκίνητα και να επιβεβαιωθεί η εγκυρότητα του, πριν εκκινήσει η απόκτηση δεδομένων.</p>
<p>Waiting for DCF time</p>	<p>Το σύστημα μέτρησης είναι σε θέση on, το sync_mode είναι στη θέση 2 και το σύστημα χρόνου δεν είναι ακόμη σε θέση να αποκωδικοποιήσει τον χρόνο DCF. Η απόκτηση των δεδομένων θα ξεκινήσει μετά τη επιτυχή αποκωδικοποίηση του χρόνου DCF.</p>
<p>measuring</p>	<p>Η απόκτηση των δεδομένων βρίσκεται εν λειτουργία.</p>
<p>Terminating...</p>	<p>Το σύστημα μέτρησης έχει τερματιστεί, αλλά η απόκτηση των δεδομένων δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί.</p>

Τα πιθανά μηνύματα που μπορούν να εμφανιστούν στο μεσαίο πεδίο είναι:

-----	Αν τίποτα δεν εμφανίζεται στην οθόνη στο μεσαίο πεδίο, η διέγερση δεν είναι ενεργή.
Triggered: (σε διέγερση)	Τα block δεδομένων τα οποία λαμβάνονται εκείνη τη στιγμή λαμβάνονται ως block διέγερσης. Αυτή η ένδειξη της οθόνης συμπίπτει με το TRIGGER int LED που υπάρχει στην πρόσοψη.
Post-event: (μετά το γεγονός)	Η διέγερση έχει πλέον εξασθενήσει, αλλά το σύστημα εξακολουθεί να καταγράφει τα τρέχοντα block δεδομένων ως block διέγερσης. Κατά τη διάρκεια εμφάνισης αυτού στην οθόνη, το TRIGGER int LED της πρόσοψης είναι ήδη σβηστό.

3.2.5.5.2. Shell Prompt (Σημείο εισαγωγής τερματικού περιβάλλοντος)

Το αρχικό σημείο εισαγωγής τερματικού περιβάλλοντος μετά την εκκίνηση του οργάνου είναι `1>`. Το `1` αναφέρεται στο τρέχον επίπεδο άδειας. Αν γίνει σύνδεση του χρήστη (logged in), το σημείο εισαγωγή τερματικού περιβάλλοντος θα μεταβληθεί σε `2>`. Στη συνέχεια όταν ο χρήστης αποσυνδεθεί (logged out), τότε το σημείο εισαγωγής τερματικού περιβάλλοντος θα μεταβληθεί ξανά και θα πάρει την τιμή `1>`.

3.2.5.5.3. Βοήθεια

Υπάρχει λίστα όλων των εντολών πληκτρολογώντας :

help <RET>

Για πολλές εντολές, μπορούν να δοθούν περισσότερες λεπτομέρειες πληκτρολογώντας το όνομα της εντολής μαζί με ένα ερωτηματικό, π.χ.

channels ?

3.2.5.5.4. Γενικοί κανόνες σύνταξης των εντολών (syntax rules)

Οι περισσότερες εντολές παίρνουν μια από τις παρακάτω μορφές:

command_name [parameter] <RET>

command_name [channel_specifier [parameter]] <RET>

Όπου:

command_name: (όνομα εντολής)	Είναι το όνομα της εντολής, που εισάγεται, πιθανώς συντομευμένο σε τρεις χαρακτήρες.
channel_specifier: (ενδείκτης καναλιού)	Είναι ένα από τα ακόλουθα: '0', '1', '2' ή '*'. Ο αστερίσκος σημαίνει 'όλα τα κανάλια'.
Parameter: (παράμετρος)	Είναι η τιμή της παραμέτρου που ορίζεται. Ανάλογα με το είδος της εντολής, αυτή μπορεί να είναι αριθμητική τιμή ή στοιχειοσειρά (string).

3.2.5.6. Περιγραφή των εντολών

3.2.5.6.1. Αλφαβητική λίστα όλων των εντολών

Παρακάτω παρουσιάζεται μια αλφαβητική λίστα των εντολών μαζί με το όνομα της ομάδας στην οποία ανήκουν. Οι εντολές που δεν είναι διαθέσιμες στην κονσόλα (Not on console) και αυτές των οποίων οι παράμετροι δεν μπορούν να τροποποιηθούν με την εντολή **measurement** στην θέση **on**, σημειώνονται με έναν αστερίσκο:

Όνομα εντολής (Command name)	Ομάδα (Group)	Δεν βρίσκεται στην κονσόλα (Not on consol)	Όχι με την εντολή measurement στην θέση on (Not with measurement on)	Σημειώσεις:
Active_drive	I/O			
Bye	LOGIN			1
Calibrate	MISCELLANEOUS			2
Channels	CONFIGURATION		*	
Coinc_sum	COINCIDENCE			
Date	TIMING SYSTEM		*	
Defaults	SERVICE	*	*	
Delta_sec	TIMING SYSTEM		*	
Directory	I/O	*		
Drift	TIMING SYSTEM			
Dtau	TIMING SYSTEM	*		
Echo	MISCELLANEOUS	*		
Exponent	CONFIGURATION	*		
Flush_level	I/O			
Format_disk	I/O			
Free_memory	MISCELLANEOUS			1
Fsck	I/O			
Help	MISCELLANEOUS	*		
Hipass	TRIGGER FILTER			
Identify	IDENTIFICATION			3

Interleave	I/O	*		
Jitter_limit	TIMING SYSTEM			1
Lag	TIMING SYSTEM			
Level	TRIGGER			
List_setup	I/O	*		
Load_setup	I/O			
Login	LOGIN			
Lopass	TRIGGER FILTER			
Lta	TRIGGER			
Measurement	CONFIGURATION			
Mkfs	I/O			
Monitor	CONFIGURATION		*	
Parameters	CONFIGURATION	*		
Password	LOGIN	*		
Permission	LOGIN	*		
Phase	TIMING SYSTEM	*		
PII_value	TIMING SYSTEM			
Post_event	COINCIDENCE			
Pre_event	COINCIDENCE			
Ratio	TRIGGER			
Refresh	MISCELLANEOUS	*		
Sample_rate	CONFIGURATION		*	
Save_setup	I/O			
Scale	CONFIGURATION		*	

Select_par	CONFIGURATION		*	
Sleep	MISCELLANEOUS	*		
Sta	TRIGGER			
Switch_times	SWITCH	*		
Sync_mode	TIMING SYSTEM		*	
Tau	TIMING SYSTEM			1
Test	SERVICE	*	*	
Text	CONFIGURATION	*		
Time	TIMING SYSTEM		*	
Uptime	TRIGGER			
Verbose	MISCELLANEOUS	*		
Weight	COINCIDENCE			

Σημειώσεις:

1. Στην κονσόλα, το ισοδύναμο αυτής της εντολής έχει ελαφρώς διαφορετικό όνομα.
2. Στην κονσόλα, η εντολή **calibrate** απαιτεί σαφή επιβεβαίωση για την εκτέλεσή της.
3. Στην κονσόλα, η εντολή **identify** εμφανίζει στην οθόνη μόνο τον αριθμό ταυτότητας της διάταξης (ID number). Στον τερματικό παρουσιάζονται πολύ περισσότερες πληροφορίες.

3.2.5.6.2. Εντολές Configuration

Η ομάδα εντολών που ακολουθεί, πιθανόν είναι η πιο ζωτικής σημασίας. Οι παράμετροι που ρυθμίζονται από αυτές τις εντολές επηρεάζουν ισχυρά τη συμπεριφορά του οργάνου.

Πολλές εντολές σε αυτή την ομάδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροποποίηση των παραμέτρων τους, μόνο αν το σύστημα έχει απενεργοποιηθεί από πριν.

Όνομα:	<u>Measurement</u> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την κατάσταση του συστήματος μέτρησης.
Σύνοψη:	Measurement [on off]
Περιγραφή:	Η εντολή <u>Measurement</u> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την κατάσταση του οργάνου. Σε μερικές εντολές απαιτείται για την εκτέλεσή τους η εντολή Measurement να είναι στη θέση off .

Όνομα:	<u>Channels</u> – ρυθμίζει / απεικονίζει τον αριθμό των καναλιών.
Σύνοψη:	Channels [1 2 3]
Περιγραφή:	Η εντολή <u>Channels</u> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει τον αριθμό των πρωτευόντων καναλιών (όπως αντιστοιχούν στο κανάλι <i>monitor</i>). Σημειώνεται ότι, εσωτερικά, τα κανάλια απαριθμούνται από 0 έως 2. Έτσι, αν επιλεγεί το "channel 1", αυτό σημαίνει ότι το "channel 0" είναι ενεργό.

Όνομα:	<u>Sample rate</u> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον τρέχον ρυθμό δειγματοληψίας.
Σύνοψη:	Sample_rate [[2/4/8/16/32/64/128]
Περιγραφή:	Η εντολή <u>Sample rate</u> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει τον τρέχοντα ρυθμό δειγματοληψίας, ο οποίος εκφράζεται σε milliseconds. Ο ρυθμός δειγματοληψίας μπορεί να μεταβληθεί, εφόσον η εντολή Measurement είναι στη θέση off . Ο πιο γρήγορος ρυθμός δειγματοληψίας (2msec ή 500Hz) παρέχει ένα

χρησιμοποιήσιμο φασματικό εύρος σήματος των 200Hz. Γενικά, το χρησιμοποιήσιμο εύρος σήματος είναι 0.4 φορές ο ρυθμός δειγματοληψίας. Το σημαντικό αυτό φασματικό εύρος επιτυγχάνεται εξαιτίας της εφαρμογής σύγχρονων τεχνικών επεξεργασίας σήματος.

Όνομα: ***Scale*** ρυθμίζει ή απεικονίζει την απολαβή του προενισχυτή (input preamplifier scaling value).

Σύνοψη: ***Scale*** 0|1|2|* [2|8|32|128]

Περιγραφή: Η εντολή ***Scale*** χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την απολαβή του προενισχυτή, η οποία εκφράζεται σε microvolts/μέτρηση. Αν η εντολή ***Scale*** ρυθμιστεί στην τιμή 2, αυτό σημαίνει ότι μια LSB μέτρηση σε αυτή τη λέξη δεδομένων (data word) αντιστοιχεί σε 2 microvolts στην είσοδο. Οι τιμές που θέτονται από αυτή την εντολή είναι μέρος των block δεδομένων του header. Έτσι, το λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων (data processing software) μπορεί να συνδέει ψηφιακές δυαδικές μονάδες (digital binary units) με δεδομένα του "πραγματικού κόσμου".

Όνομα: ***Monitor*** – ρυθμίζει ή απεικονίζει την κατάσταση του διακόπτη του καναλιού του **monitor**.

Σύνοψη: ***Monitor*** [on|off]

Περιγραφή: Η εντολή ***Monitor*** χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την κατάσταση του διακόπτη του καναλιού του **monitor**. Αν η εντολή **monitor** τεθεί στην θέση **on**, το σύστημα δημιουργεί κατά την διάρκεια της μέτρησης τα ονομαζόμενα **monitor blocks**.

Ένα monitor block προορίζεται για την προσομοίωση της συνεχούς εγγραφής. Τέτοιου είδους blocks κανονικά δεν είναι χρήσιμα σε συνδυασμό με το σύστημα της δισκέτας (floppy disk system) – χρησιμεύουν κυρίως σε ένα δίκτυο τηλεφωνικών ή ραδιοφωνικών διασυνδέσεων (links) με ένα κεντρικό υπολογιστή.

Όνομα:	<u>Exponent</u> – ρυθμίζει ή απεικονίζει το μέγεθος του εκθέτη.
Σύνοψη:	<u>Exponent</u> [0 2 3 4]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <u>Exponent</u> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το μέγεθος του εκθέτη της λέξης δεδομένων του Mars-88. Αρχικά, το μέγεθος του εκθέτη είναι 0. Έτσι, η λέξη δεδομένων είναι απλά μια κανονική 16-bit τιμή. Θέτοντας την τιμή του εκθέτη διαφορετική από 0, τα λιγότερο σημαντικά ψηφία (Least Significant Bits) στην λέξη δεδομένων τώρα αλλάζουν την σημασία τους. Για παράδειγμα, αν ο <u>Exponent</u> πάρει την τιμή 2, η λέξη τώρα περιέχει 14 bits τιμής (mantissa bits) και δύο εκθετικά ψηφία. Ο εκθέτης ερμηνεύεται σαν εκθέτης με βάση 2. Έτσι, η τελική τιμή υπολογίζεται ως εξής:</p> <p>Value = mantissa * 2^{exponent}</p>
Παρατηρήσεις:	Αυτή η εντολή δεν υποστηρίζεται. Όταν πρόκειται να καταγραφούν δεδομένα, πρέπει ο εκθέτης να έχει την τιμή 0.

Όνομα:	<u>Select_par</u> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον αριθμό του συνόλου των παραμέτρων που είναι ενεργοποιημένες.
Σύνοψη:	<u>Select_par</u> [<parameter_set_number>]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <u>Select_par</u> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή απεικονίσει τον αριθμό του συνόλου των παραμέτρων που είναι ενεργοποιημένες. Μόνο ένα σύνολο παραμέτρων μπορεί να είναι ενεργοποιημένο κάθε φορά. Συγχρόνως, υπάρχουν οκτώ σύνολα παραμέτρων, που αριθμούνται από 0 έως 7. Τα σύνολα των παραμέτρων αποθηκεύονται διατηρητέα μνήμη (non-volatile memory).</p> <p>Η αλλαγή του τρέχοντος συνόλου παραμέτρων είναι δυνατή μόνο όταν η εντολή measurement είναι στη θέση off.</p>

Όνομα:	<u>Text</u> – ρυθμίζει ή απεικονίζει μια περιγραφική στοιχειοσειρά.
Σύνοψη:	<u>text</u> ["<οποιοδήποτε κείμενο μέσα σε εισαγωγικά>"]

Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Text</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει περιγραφικό κείμενο σε στοιχειοσειρά μεγέθους μέχρι 80 χαρακτήρες. Αυτό το κείμενο είναι μέρος του τρέχοντος συνόλου παραμέτρων, και συνεπώς αποθηκεύεται σε παραμένουσα μνήμη. Με το να είναι μέρος του συνόλου παραμέτρων, το κείμενο αυτό μεταφέρεται και στο τελικό μέσο αποθήκευσης.</p> <p>Το περιγραφικό κείμενο έχει σκοπό να κρατά μια σύντομη περιγραφή της τρέχουσας συγκρότησης (setup) του οργάνου, όπως είναι οι γεωγραφικές συντεταγμένες, το υψόμετρο κτλ. Δεν υπάρχουν καθόλου περιορισμοί όσο αναφορά το μορφότυπο της στοιχειοσειράς (format of the string), εκτός από το ότι πρέπει να είναι μέσα σε διπλά εισαγωγικά.</p>
Παρατηρήσεις:	<p>Δεν υπάρχει ισοδύναμο αυτής της εντολής διαθέσιμη στην ενσωματωμένη κονσόλα.</p>

Όνομα:	<i>Parameters</i> – εμφανίζει μια ολοκληρωμένη λίστα των τρεχόντων παραμέτρων.
Σύνοψη:	<i>Parameters</i>
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Parameters</i> χρησιμοποιείται για να εμφανίσει μια λεπτομερή λίστα των τρεχόντων παραμέτρων. Σημειώνεται ότι μόνο το σετ των τρεχόντων παραμέτρων εμφανίζεται στην οθόνη.</p> <p>Για πολλές παραμέτρους, οι τιμές εμφανίζονται με δύο διαφορετικούς τύπους. Εφόσον πολλές παράμετροι δε δίνονται με απόλυτες τιμές (π.χ. ο χρόνος πριν το γεγονός δίνεται σε blocks, η τιμή του STA δίνεται με την αδιάστατη σταθερά C), οι ενεργές τιμές αυτών των παραμέτρων εξαρτώνται από τον τρέχοντα ρυθμό δειγματοληψίας. Η εντολή parameters υπολογίζει αυτές τις ενεργές τιμές και τις εμφανίζει στην οθόνη μαζί με τις σχετικές τιμές που θέτει ο χρήστης.</p> <p>Οι σχετικές τιμές, ωστόσο, υπολογίζονται εσωτερικά σε αριθμητικούς ακέραιους. Επίσης, σε μερικές συναρτήσεις, όπως το $\ln(x)$ έχει γίνει προσέγγιση με γραμμικούς και δευτεροβάθμιους όρους. Επομένως, οι σχετικές τιμές πρέπει να λαμβάνονται μόνο ως προσεγγιστικές. Υπάρχει λίστα των πραγματικών τιμών των STA και LTA σε πίνακα σε παράρτημα στο τέλος. Σε αυτόν τον πίνακα έχουν γίνει οι σωστοί υπολογισμοί. Αν υπάρχουν ασυμφωνίες μεταξύ των στοιχείων της οθόνης και του πίνακα, ο πίνακας περιέχει τα σωστά δεδομένα.</p>

Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη στην κονσόλα.
----------------------	--

3.2.5.6.3. Εντολές συστήματος ρύθμισης χρόνου (Timing System Commands)

Η ομάδα εντολών που ακολουθεί αφορούν το σύστημα ρύθμισης χρόνου. Όπως και προηγουμένως, έτσι και σε αυτές οι εντολές, πρέπει το σύστημα μέτρησης να απενεργοποιηθεί, ώστε να μπορεί να γίνει τροποποίηση των παραμέτρων τους. Η εντολή **lag** δεν τροποποιείται, μόνο εμφανίζεται στην οθόνη, κι έτσι μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα από την κατάσταση του συστήματος μέτρησης.

Σημειώνεται ότι μερικές από αυτές τις εντολές βρίσκονται στο επίπεδο πρόσβασης 3, γεγονός που σημαίνει ότι για την τροποποίηση αυτών των παραμέτρων απαιτείται Service Mode.

Όνομα:	<i>Date</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τρέχουσα ημερομηνία
Σύνοψη:	<i>Date</i> [yy mon dd] <i>Date</i> [yy/mm/dd] (έτος μήνας ημέρα)
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Date</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τρέχουσα ημερομηνία του εσωτερικού ρολογιού. Όταν το Mars-88 κάνει εκκίνηση και η ημερομηνία δεν έχει ήδη τεθεί, η ημερομηνία που εμφανίζεται αρχικά είναι 1^η Ιανουαρίου 1970.</p> <p>Σημειώνεται ότι υπάρχουν δύο εναλλακτικοί τρόποι εισαγωγής της ημερομηνίας. Στον πρώτο, στη θέση 'mon' μπαίνει, σε μια συντομευμένη μορφή στα Αγγλικά, ένας από τους 12 μήνες (Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct, Nov, Dec). Και στους δύο τρόπους, στην θέση του 'yy' μπαίνει το έτος (π.χ. '89' σημαίνει 1989). Επίσης, και στους δύο τρόπους, στη θέση 'dd' μπαίνει η ημέρα του μήνα (οι τιμές που επιτρέπονται είναι από 1 έως 28, 29, 30 ή 31, αναλόγως τον μήνα, φυσικά)</p> <p>Επίσης σημειώνεται ότι η ρύθμιση της ημερομηνίας έχει νόημα μόνο αν το sync_mode τεθεί 0 ή 1 (αν το sync_mode τεθεί 2, ο χρόνος και η ημερομηνία αυτομάτως αποκωδικοποιούνται από το DCF κωδικό χρόνου, και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η αλλαγή της ημερομηνίας ή της ώρας χειροκίνητα.</p>

Παράδειγμα:	<p>date 81 ian 15</p> <p>date 81/01/15</p> <p>Αυτά τα δύο παραδείγματα θέτουν την ημερομηνία 15 Ιανουαρίου του 1981</p>
Παρατηρήσεις:	<p>Δεν θα πρέπει να γίνεται αλλαγή της ημερομηνίας, εφόσον το σύστημα έχει αρχίσει την μέτρηση (π.χ. τα block δεδομένα έχουν ήδη αποθηκευτεί στην μνήμη). Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε καταγραφή δεδομένων με ασυνέχειες.</p>

Όνομα:	<i>Time</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον τρέχοντα χρόνο
Σύνοψη:	<p><i>time</i> [hh/mm/ss]</p> <p>[ώρες/λεπτά/δευτερόλεπτα]</p> <p><i>time</i> valid/clear</p>
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>time</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τρέχουσα ώρα σύμφωνα με αυτή του εσωτερικού ρολογιού. Η εντολή <i>time</i> (valid/clear), χρησιμεύει για να επικυρώσει ή να ακυρώσει την προηγούμενα δοθείσα τιμή χρόνου.</p> <p>Όταν το Mars-88 κάνει εκκίνηση και η ώρα δεν έχει ήδη τεθεί, ο χρόνος ξεκινά να τρέχει από 00:00:00.</p> <p>Σημειώνεται ότι οι ώρες παίρνουν τιμή από 00 έως 24. Έτσι, η ώρα 11μμ θα τεθεί 23:00:00.</p> <p>Επίσης σημειώνεται ότι η ρύθμιση της ώρας έχει νόημα μόνο αν το sync_mode τεθεί 0 ή 1 (αν το sync_mode τεθεί 2, ο χρόνος και η ημερομηνία αυτομάτως αποκωδικοποιούνται από το DCF κωδικό χρόνου, και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η αλλαγή της ημερομηνίας ή της ώρας χειροκίνητα.</p>
Παράδειγμα:	<p>time 13:10:00</p> <p>Αυτό το παράδειγμα θέτει την ώρα 10 λεπτά μετά τις μία το μεσημέρι.</p>
Παρατηρήσεις:	<p>Υπάρχει επίσης πιθανότητα να γίνει “τελειοποίηση” του χρόνου από έναν μικρό αριθμό sec, χρησιμοποιώντας την εντολή delta_sec.</p>

	<p>Δεν θα πρέπει να γίνεται αλλαγή της ώρας, εφόσον το σύστημα έχει αρχίσει την μέτρηση (π.χ. τα block δεδομένα έχουν ήδη αποθηκευτεί στην μνήμη). Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε καταγραφή δεδομένων με ασυνέχειες.</p>
--	---

Όνομα:	<i>Sync mode</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον τρόπο συγχρονισμού (synchronization mode) του εσωτερικού ρολογιού.
Σύνοψη:	<i>Sync_mode</i> [0 1 2]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Sync_mode</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την κατάσταση συγχρονισμού του εσωτερικού ρολογιού. Υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες για τα διάφορα <i>Sync_mode</i> στο κεφάλαιο “Timing system”.</p>
Παρατηρήσεις:	<p>Ο τρόπος συγχρονισμού μπορεί να μεταβληθεί μόνο όταν το measurement είναι στη θέση off.</p> <p>Δεν θα πρέπει να γίνεται αλλαγή του τρόπου συγχρονισμού, εφόσον το σύστημα έχει αρχίσει την μέτρηση. Μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε καταγραφή δεδομένων με ασυνέχειες.</p>

Όνομα:	<i>lag</i> – δείχνει την καθυστέρηση μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού ρολογιού.
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>lag</i> χρησιμοποιείται για να δείξει την χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό ρολόι. Η χρονική καθυστέρηση απεικονίζεται σε milliseconds.</p> <p>Μια αισθητή χρονική καθυστέρηση συμβαίνει μόνο εάν το ρολόι λειτουργεί σε <i>Sync_mode</i> 1 ή 2, και αν το σήμα του εξωτερικού ρολογιού είναι απών για μεγάλο χρονικό διάστημα. Υπό αυτές τις συνθήκες, όταν το σήμα του εξωτερικού ρολογιού επανέλθει, μπορεί να υπάρχει μια καθυστέρηση ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό ρολόι.</p> <p>Η χρονική καθυστέρηση καταγράφεται, επίσης, στην επικεφαλίδα αρχείου</p>

δεδομένων (data block header). Έτσι, το λογισμικό επεξεργασίας μπορεί να δείξει αν υπάρχει διαφορά μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού ρολογιού.

Αν στο **Sync_mode** οριστεί η τιμή 0, ή αν η χρονική καθυστέρηση απροσδιόριστη, εμφανίζεται η στοιχειοσειρά "-?-", αντί της εντολής **lag**. Σε αυτή την περίπτωση, ο "μαγικός αριθμός" 32767 καταγράφεται στην επικεφαλίδα αρχείου δεδομένων (data block header)

Όνομα:	<i>delta_sec</i> – ρυθμίζει χειροκίνητα το ρολόι σε μια απόκλιση της τάξης των seconds.
Σύνοψη:	<i>delta_sec</i> [+ -] <adjust>
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>delta_sec</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει το ρολόι από σε απόκλιση της τάξης των seconds (η μεγαλύτερη τιμή για "διευθέτηση" είναι 59).</p> <p>Αυτή η εντολή μπορεί να εκτελεστεί εφόσον η τιμή του Sync_mode οριστεί 0 ή 1 και αν ο χρόνος είναι άκυρος την τρέχουσα στιγμή.</p>
Παρατηρήσεις:	Δεν πρέπει να εκτελείται αυτή η εντολή αν το σύστημα έχει ήδη καταγράψει δεδομένα στην μνήμη. Μπορεί να προκύψουν διπλοί χρόνοι. Σε αυτή την περίπτωση, τα πρόσφατα δεδομένα που έχουν καταγραφεί μπορεί να απορριφθούν από τον διαχειριστή βάσης δεδομένων (database manager).
Όνομα:	<i>drift</i> – απεικονίζει την ολίσθηση μεταξύ του εσωτερικού και το εξωτερικού ρολογιού.
Περιγραφή:	Η εντολή <i>drift</i> χρησιμοποιείται για να απεικονίσει την χρονική απόκλιση ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό ρολόι. Η χρονική καθυστέρηση απεικονίζεται σε μονάδες των 12.5 microseconds.

Όνομα:	<i>dtau</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή delta_tau του σφάλματος κυκλώματος του εσωτερικού ρολογιού (internal clock's PLL).
Σύνοψη:	<i>dtau</i> [<value>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>dtau</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τιμή

	" delta tau " του εσωτερικού ρολογιού.
Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη στην κονσόλα.

Όνομα:	<i>pll_value</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή του σφάλματος κυκλώματος (PLL).
Περιγραφή:	Η εντολή <i>pll_value</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή απεικονίσει την κύρια παράμετρο του σφάλματος κυκλώματος (PLL= Phase Locked Loop).
Παρατηρήσεις:	Αυτή η εντολή βρίσκεται στην κονσόλα κάτω από το όνομα <i>pll_value</i> .

Όνομα:	<i>tau</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή tau του σφάλματος κυκλώματος του εσωτερικού ρολογιού (internal clock's PLL).
Σύνοψη:	<i>tau</i> [<value>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>tau</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει / απεικονίσει την τιμή " tau " του εσωτερικού ρολογιού.
Παρατηρήσεις:	Αυτή η εντολή βρίσκεται στην κονσόλα κάτω από το όνομα <i>pll_tau</i> .

Όνομα:	<i>jitter_limit</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει το jitter limit του σφάλματος κυκλώματος του εσωτερικού ρολογιού (internal clock's PLL).
Σύνοψη:	<i>jitter_limit</i> [<value>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>jitter_limit</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τιμή του μέγιστου jitter limit του εσωτερικού ρολογιού.
Παρατηρήσεις:	Αυτή η εντολή βρίσκεται στην κονσόλα κάτω από το όνομα <i>maxjitter</i> .

Όνομα:	<i>phase</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή της φάσης του σφάλματος
---------------	---

	κυκλώματος του εσωτερικού ρολογιού.
Σύνοψη:	<i>phase</i> [<value>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>phase</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τιμή κεντρικής φάσης του εσωτερικού ρολογιού.
Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη στην κονσόλα.

3.2.5.6.4. Εντολές Διέγερσης (Trigger Commands)

Η ακόλουθη ομάδα εντολών έχει σχέση με σύστημα διέγερσης ενός μόνο καναλιού (single-channel trigger). Όλες οι εντολές μπορούν να εκτελεστούν, εφόσον το σύστημα μέτρησης είναι στη θέση **on**. Σημειώνεται ότι όλες οι αλλαγές τίθενται σε ισχύ μόνο με το επόμενο block δεδομένων.

Όνομα:	<i>sta</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή της χρονικής σταθεράς διέγερσης STA (Short Term Average).
Σύνοψη:	<i>sta</i> 0 1 2 * [<χρονική σταθερά STA>]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>sta</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τιμή της χρονικής σταθεράς διέγερσης STA (Short Term Average). Ο χρόνος αντιστοιχεί στην σταθερά C στο:</p> <p>Evans, J.R., και S.S. Allen (1983): A Teleseism-Specific Detection Algorithm For Single Short-Period Traces, Bull. Seismol. Soc. Amer. <u>73</u>, pp 1173-1186.</p> <p>Το STA (και το LTA) υπολογίζονται με ενός πόλου περιοδικά επαναλαμβανόμενα χαμηλής συχνότητας φίλτρα σύμφωνα με:</p> $Y[i] = Y[i - 1] + C * (X[i] - Y[i - 1]) = CX[i] + (1 - C)Y[i - 1]$

	<p>όπου $Y[i]$ είναι ο νέος μέσος όρος, $Y[i-1]$ είναι ο μέσος όρος στο προηγούμενο σημείο δεδομένων, $X[i]$ είναι η απόλυτη τιμή του τρέχοντος σήματος.</p> <p>Για το υπολογισμό του "one-over-e time" (ο χρόνος που απαιτείται για την βαρύνουσα περιβάλλουσα να ελαττωθεί και να φτάσει στο $1/e$ της αρχικής του τιμής), ο τύπος είναι ο εξής:</p> $t = -\frac{S}{\ln(1 - C)}$ <p>όπου S είναι το διάστημα δειγματοληψίας σε seconds και C είναι η αδιάστατη σταθερά, η οποία είναι μικρότερη της μονάδος και μεγαλύτερη του μηδενός.</p> <p>Αν υποβληθεί η εντολή <i>parameters</i>, η σταθερά χρόνου για το STA και το LTA δίνεται και σε σχέση με το C και σε σχέση με το t.</p>
<p>Παρατηρήσεις:</p>	<p>Το εύρος των επιτρεπτών τιμών για την σταθερά C είναι από 0.001 έως 0.999. Στο Παράρτημα υπάρχει ένας πίνακας που συσχετίζει τη τιμή της σταθεράς C με την πιο συνηθισμένη "γωνιακή συχνότητα" ενός ισοδύναμου φίλτρου χαμηλών συχνοτήτων. Η προσέγγιση της γωνιακής συχνότητας που φαίνεται στην εντολή <i>parameters</i> μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να είναι ανακριβής.</p>

<p>Όνομα:</p>	<p><i>lta</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την τιμή της χρονικής σταθεράς διέγερσης LTA (Long Term Average).</p>
<p>Σύνοψη:</p>	<p><i>lta</i> 0 1 2 * [<χρονική σταθερά LTA>]</p>
<p>Περιγραφή:</p>	<p>Η εντολή <i>lta</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την τιμή της χρονικής σταθεράς διέγερσης LTA (Long Term Average). Ο χρόνος αντιστοιχεί στην σταθερά C στο:</p> <p>Evans, J.R., και S.S. Allen (1983): A Teleseism-Specific Detection Algorithm For Single Short-Period Traces, Bull. Seismol. Soc. Amer. 73, pp</p>

1173-1186.

Το LTA (και το STA) υπολογίζονται με ενός πόλου περιοδικά επαναλαμβανόμενα χαμηλής συχνότητας φίλτρα σύμφωνα με:

$$Y[i] = Y[i - 1] + C * (X[i] - Y[i - 1]) = CX[i] + (1 - C)Y[i - 1]$$

όπου $Y[i]$ είναι ο νέος μέσος όρος, $Y[i-1]$ είναι ο μέσος όρος στο προηγούμενο σημείο δεδομένων, $X[i]$ είναι η απόλυτη τιμή του τρέχοντος σήματος.

Για το υπολογισμό του "one-over-e time" (ο χρόνος που απαιτείται για την βαρύνουσα υποβάλλουσα να ελαττωθεί και να φτάσει στο $1/e$ της αρχικής του τιμής), ο τύπος είναι ο εξής:

$$t = -\frac{S}{\ln(1 - C)}$$

όπου S είναι το διάστημα δειγματοληψίας σε seconds και C είναι η αδιάστατη σταθερά, η οποία είναι μικρότερη της μονάδος και μεγαλύτερη του μηδενός.

Αν υποβληθεί η εντολή ***parameters***, η σταθερά χρόνου για το STA και το LTA δίνεται και σε σχέση με το C και σε σχέση με το t .

Παρατηρήσεις:

Το εύρος των επιτρεπτών τιμών για την σταθερά C είναι από 0.001 έως 0.999. Στο Παράρτημα υπάρχει ένας πίνακας που συσχετίζει τη τιμή της σταθεράς C με την πιο συνηθισμένη "γωνιακή συχνότητα" ενός ισοδύναμου φίλτρου χαμηλών συχνοτήτων. Η προσέγγιση της γωνιακής συχνότητας που φαίνεται στην εντολή ***parameters*** μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να είναι ανακριβής.

Όνομα:

ratio – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον λόγο διέγερσης STA/LTA.

Σύνοψη:	<i>ratio</i> 0 1 2 * [<αριθμός κινητής υποδιαστολής>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>ratio</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίζει τον λόγο STA/LTA της διέγερσης. Το εύρος επιτρεπτών τιμών κυμαίνεται από 0.000 έως 32.000 (η δεύτερη τιμή χρησιμεύει σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις!)
Παρατηρήσεις:	Παρόλο που ο αριθμός υποδηλώνει ακρίβεια τριών ψηφίων για την παράμετρο <i>ratio</i> , αυτή η τιμή στην πραγματικότητα αποθηκεύεται εσωτερικά σε 1/64ths. Έτσι, η ακρίβεια που πετυχαίνεται είναι περίπου 1.8 δεκαδικά ψηφία.

Όνομα:	<i>level</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει το επίπεδο διέγερσης (trigger level).
Σύνοψη:	<i>level</i> 0 1 2 * [<επίπεδο διέγερσης σε counts>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>level</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το επίπεδο διέγερσης. Το επίπεδο αυτό προστίθεται στην βαρύνουσα τιμή LTA πριν την σύγκριση με το STA. Έτσι, αν ρυθμιστεί το <i>level</i> στη τιμή 0, η διέγερση είναι μια “καθαρά” STA/LTA διέγερση. Από την άλλη, αν ρυθμιστεί το <i>ratio</i> στη τιμή 0 και το <i>level</i> σε μια τιμή διάφορη του μηδενός, η διέγερση είναι μια “καθαρά” STA/level διέγερση.

Όνομα:	<i>uptime</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τον χρόνο εμφάνισης διέγερσης (trigger “uptime”).
Σύνοψη:	<i>uptime</i> 0 1 2 * [<χρόνος εμφάνισης διέγερσης σε δείγματα>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>uptime</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει την παράμετρο “uptime”, η οποία είναι μέρος του υπολογισμού της διέγερσης. Η παράμετρος αυτή προσδιορίζει πόσα δείγματα διέγερσης στη σειρά πρέπει να συμπληρώσει το κριτήριο διέγερσης για κάθε

	κανάλι. Κανονικά, θα πρέπει να παραμένει αυτή η παράμετρος στην αρχική της τιμή. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, θα πρέπει να τροποποιείται για να ρυθμίσουμε τη διέγερση.
--	---

3.2.5.6.5. Εντολές Φίλτρου Διέγερσης (Trigger Filter Commands)

Η ακόλουθη ομάδα εντολών σχετίζεται με την ρύθμιση του φίλτρου διέγερσης. Σημειώνεται ότι, όπως και οι προηγούμενες εντολές, έτσι και αυτές τίθενται σε ισχύ με το επόμενο νέο block δεδομένων.

Όνομα:	<i>hipass</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τη συχνότητα από την οποία μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) ενός φίλτρου διέγερσης υψηλής δειγματοληψίας.
Σύνοψη:	<i>hipass</i> 0 1 2 * [<κλάσματα της συχνότητας δειγματοληψίας>]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>hipass</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει τη συχνότητα από την οποία μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) του φίλτρου διέγερσης υψηλής δειγματοληψίας. Το σημείο αυτό εκφράζεται με κλάσματα της συχνότητας δειγματοληψίας. Έτσι, το εύρος των επιτρεπτών τιμών κυμαίνεται από 0.000 έως 0.499 (το ήμισυ της συχνότητας δειγματοληψίας είναι η συχνότητα Nyquist η οποία δεν είναι επιτρεπτό σημείο από το οποίο μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency)).</p> <p>Το φίλτρο διέγερσης υψηλής δειγματοληψίας είναι ένα φίλτρο δύο πόλων τύπου Butterworth. Επηρεάζει μόνο το σήμα που χρησιμοποιείται για υπολογισμό διέγερσης, κι όχι το σήμα όπως καταγράφεται στη μνήμη.</p>
Παρατηρήσεις:	Θέτοντας το σημείο από το οποίο μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) στην τιμή 0.0, το φίλτρο υψηλής συχνότητας εξουδετερώνεται (σε αυτή την περίπτωση περνούν όλες οι από πάνω συχνότητες, συμπεριλαμβανομένου του DC).

Όνομα:	<i>lowpass</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει τη συχνότητα από την οποία μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) του φίλτρου διέγερσης χαμηλής δειγματοληψίας.
Σύνοψη:	<i>lowpass</i> 0 1 2 * [<κλάσματα της συχνότητας δειγματοληψίας>]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>lowpass</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει τη συχνότητα από την οποία μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) του φίλτρου διέγερσης υψηλής δειγματοληψίας. Το σημείο αυτό εκφράζεται με κλάσματα της συχνότητας δειγματοληψίας. Έτσι, το εύρος των επιτρεπτών τιμών κυμαίνεται από 0.000 έως 0.499 (το ήμισυ της συχνότητας δειγματοληψίας είναι η συχνότητα Nyquist η οποία δεν είναι επιτρεπτό σημείο από το οποίο μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency)).</p> <p>Το φίλτρο διέγερσης χαμηλής δειγματοληψίας είναι ένα φίλτρο δύο πόλων τύπου Butterworth. Επηρεάζει μόνο το σήμα που χρησιμοποιείται για υπολογισμό διέγερσης, κι όχι το σήμα όπως καταγράφεται στη μνήμη.</p>
Παρατηρήσεις:	<p>Αντίθετα με το φίλτρο υψηλής δειγματοληψίας, θέτοντας τη συχνότητα από την οποία μια καμπύλη απόκρισης αλλάζει κλίση (corner frequency) 0.0, το φίλτρο χαμηλής συχνότητας <u>δεν</u> εξουδετερώνεται. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται ένα “no-pass” φίλτρο (π.χ. καμία συχνότητα υψηλότερη από 0*fs δεν περνάει!). Για να εξουδετερωθεί το φίλτρο χαμηλής συχνότητας, πρέπει να τεθεί η τιμή 0.499 (αυτό σημαίνει ότι όλες οι συχνότητες από το DC ως τη συχνότητα</p>

Nyquist περνούν).

3.2.5.6.6. Εντολές Σύμπτωσης (COINCIDENCE Commands)

Η ακόλουθη ομάδα εντολών έχει σχέση με το επίπεδο σύμπτωσης το οποίο ακολουθεί τα χαρακτηριστικά επίπεδα διέγερσης ενός καναλιού (individual single-channel trigger stages). Όπως και οι προηγούμενες εντολές, έτσι και αυτές ενεργοποιούνται μόνο με το επόμενο νέο block δεδομένων.

Όνομα:	<i>Coin sum</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει το άθροισμα σύμπτωσης διέγερσης
Σύνοψη:	<i>Coin sum</i> [<sum>]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Coin_sum</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το άθροισμα σύμπτωσης διέγερσης. Το σύστημα διέγερσης πολλαπλασιάζει το επίπεδο διέγερσης (0 ή 1) καθενός από τα πρωτεύοντα κανάλια και από την εξωτερική είσοδο διέγερσης με τα αντίστοιχα βάρη τους και στη συνέχεια τα προσθέτει όλα μεταξύ τους. Αν το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι μεγαλύτερο ή ίσο με το άθροισμα σύμπτωσης διέγερσης, η διέγερση ενεργοποιείται.</p> <p>Αν τεθεί στο άθροισμα σύμπτωσης τιμή πιο υψηλή από το άθροισμα όλων των βαρών, τότε η διέγερση απενεργοποιείται.</p> <p>Το εύρος των επιτρεπτών τιμών είναι από 0 (που αντιστοιχεί στη μόνιμη διέγερση) έως 21 (που δεν αντιστοιχεί σε καμία διέγερση, ανεξάρτητα από την τιμή των βαρών, διότι 5 είναι το μέγιστο πιθανό βάρος, και ακόμη και με τα τρία εσωτερικά κανάλια συν την εξωτερική είσοδο διέγερσης, το 21 δεν γίνεται να προσεγγιστεί).</p>

Όνομα:	<i>Weight</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει το βάρος διέγερσης.
Σύνοψη:	<i>Weight</i> 0 1 2 * extern [<trigger_weight>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>Weight</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το βάρος

διέγερσης κάθε καναλιού.

Το εύρος των επιτρεπτών τιμών είναι $-5 \dots 5$. Τα αρνητικά βάρη παρέχονται για πραγματοποίηση "NOT" συνθηκών. Για παράδειγμα, για την πραγματοποίηση της συνθήκης "μόνο αν τα κανάλια 0 και 1 διεγερθούν και αν το κανάλι 2 δεν διεγερθεί", θα μπορούσε να δηλωθούν:

Weight [0] 1

Weight [1] 1

Weight [2] -1

Coincidence 2

Σε αυτή την περίπτωση, το άθροισμα σύμπτωσης διέγερσης μπορεί μόνο να προσεγγιστεί αν οι συνθήκες που δίνονται παραπάνω ικανοποιούνται.

Όνομα:	<i>Pre_event</i> - ρυθμίζει ή απεικονίζει το χρόνο καταγραφής πριν τη διέγερση-γεγονός (trigger pre-event time)
Σύνοψη:	<i>Pre_event</i> [<pre-event time in blocks>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>Pre_event</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το χρόνο καταγραφής πριν τη διέγερση (trigger pre-event time). Μόλις ο αλγόριθμος διέγερσης ανιχνεύσει ότι συμπληρώθηκαν οι απαιτήσεις για την κατάσταση διέγερσης, ένα μέγιστο από <pre-event> blocks για το κανάλι μετακινούνται από τη σειρά pre-event (pre-event queue) στη σειρά trigger (trigger queue).
Παρατηρήσεις:	Υποστηρίζεται ένα μέγιστο 50 pre-event blocks

Όνομα:	<i>Post_event</i> - ρυθμίζει ή απεικονίζει το χρόνο καταγραφής μετά τη διέγερση-γεγονός (trigger post-event time)
---------------	--

Σύνοψη:	<i>Post_event</i> [<post-event time in blocks>]
Περιγραφή:	Η εντολή <i>Post_event</i> χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το χρόνο καταγραφής μετά τη διέγερση (trigger post-event time). Ο χρόνος αυτός ξεκινά να μετράει μετά το τελευταίο block όπου η διέγερση είναι ενεργή. Έτσι, αν η διέγερση φθίνει μετά τα πρώτα νέα δείγματα ενός νέου block, όλο το υπόλοιπο αυτού του block εξακολουθεί να θεωρείται ως διεγερμένο και ο χρόνος post-event ξεκινά με το επόμενο block.
Παρατηρήσεις:	Υποστηρίζεται ένα μέγιστο 50 post-event blocks

3.2.5.6.7. Εντολές Πρόσβασης (LOGIN Commands)

Η ακόλουθη ομάδα εντολών έχει σχέση με το επίπεδο πρόσβασης το οποίο απαιτείται για την τροποποίηση των παραμέτρων και με το τρέχον επίπεδο πρόσβασης που είναι χορηγημένο στον χειριστή.

Όνομα:	<i>Permission</i> - ρυθμίζει ή απεικονίζει το επίπεδο πρόσβασης για μια εντολή ή απεικονίζει το επίπεδο πρόσβασης (login level).
Σύνοψη:	<i>Permission</i> [<command_name> [new permission]]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>Permission</i> χρησιμοποιείται για δύο σκοπούς.</p> <p>Αν δεν χρησιμοποιείται κάποιο όνομα εντολής, τότε υποδηλώνει το τρέχον επίπεδο πρόσβασης του χρήστη. Υπάρχουν 3 επίπεδα πρόσβασης τα οποία υποστηρίζονται:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. αυτό είναι το αρχικό επίπεδο πρόσβασης μετά την εκκίνηση του οργάνου 2. αυτό είναι το επίπεδο πρόσβασης μετά από μια επιτυχημένη αλλαγή επιπέδου πρόσβασης

	<p>3. αυτό είναι το επίπεδο πρόσβασης "service".</p> <p>Αν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το όνομα μιας έγκυρης εντολής, η εντολή permission χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει ή να απεικονίσει το επίπεδο άδειας για αυτή την εντολή.</p> <p>Επιτρέπεται να αυξηθεί το επίπεδο άδειας μιας εντολής ως την τιμή του τρέχοντος επιπέδου πρόσβασης. Για να τροποποιηθεί το επίπεδο πρόσβασης μιας εντολής, το τρέχων επίπεδο πρόσβασης πρέπει να είναι το λιγότερο τόσο υψηλό όσο το μη-τροποποιημένο επίπεδο πρόσβασης της εντολής.</p> <p>Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το επίπεδο πρόσβασης μιας εντολής πρέπει να είναι χαμηλότερο ή ίσο από το τρέχον επίπεδο πρόσβασης έτσι ώστε να μεταβληθεί αυτή η παράμετρος της εντολής.</p>
Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη στην κονσόλα.

Όνομα:	<i>login</i> – αυξάνει το τρέχον επίπεδο πρόσβασης (login level)
Σύνοψη:	<i>login</i> [service]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή <i>login</i> χρησιμοποιείται για να αυξήσει το τρέχον επίπεδο πρόσβασης. Αν χρησιμοποιείται χωρίς την λέξη-κλειδί "services", η εντολή login θέτει, μετά από επιτυχημένη εκτέλεση, την τιμή 2 στο τρέχον επίπεδο πρόσβασης. Αν χρησιμοποιείται με την λέξη-κλειδί "services", το επίπεδο παίρνει την τιμή 3, μετά από επιτυχημένη εκτέλεση.</p> <p>Μετά την πληκτρολόγηση της εντολής login, ζητείται να πληκτρολογηθεί το password. Οι χαρακτήρες δεν ηχούνται κατά την πληκτρολόγηση του password.</p> <p>Υπάρχει μια εξαίρεση: αν υπάρχει ήδη το επίπεδο 3 (Service Mode) και πληκτρολογηθεί το <i>login</i> ακόμη μια φορά, δε θα ζητηθεί να πληκτρολογηθεί το password, και το επίπεδο πρόσβασης θα πάρει την κανονική τιμή 2. Έτσι, είναι δυνατόν για τον διαχειριστή του</p>

	<p>συστήματος (ο οποίος γνωρίζει το service password) να τροποποιήσει το "κανονικό" password (ακόμη και αν το "κανονικό" password του είναι άγνωστο).</p> <p>Σημειώνεται ότι υπάρχουν δύο διαφορετικά passwords για το "κανονικό" <u>login</u> και για το <u>service</u>.</p> <p>Στην ενσωματωμένη κονσόλα η είσοδος του μενού Login δείχνει το τρέχον επίπεδο πρόσβασης (1: κανονικό, 2: έχει γίνει πρόσβαση, 3: service). Αν στη συνέχεια πατηθεί το πλήκτρο <ENTER>, ζητείται ο αριθμός του επιπέδου πρόσβασης. Αν έχει ζητηθεί ένα υψηλότερο επίπεδο πρόσβασης από το τρέχον, τότε θα ζητηθεί το password.</p>
Όνομα:	<i>Bye</i> – μειώνεται το επίπεδο πρόσβασης
Σύνοψη:	Bye
Περιγραφή:	Η εντολή login , αν εκτελεστεί επιτυχώς, αυξάνει το επίπεδο πρόσβασης από 1 σε 2 (ή 3). Η εντολή bye κάνει το αντίστροφο – επιστρέφει πίσω στο επίπεδο 1, ασχέτως του προηγούμενου επιπέδου.

3.2.5.6.8. Εντολές Αναγνώρισης (Identification Commands)

Οι εντολές αυτές αφορούν την αναγνώριση του συστήματος. Προς το παρόν υπάρχει μία εντολή σε αυτή την ομάδα.

Όνομα:	<i>identify</i> – απεικονίζει διάφορα εσωτερικά IDs
Σύνοψη:	identify
Περιγραφή:	Η εντολή identify χρησιμοποιείται για να απεικονίσει διάφορες εσωτερικές παραμέτρους αναγνώρισης. Οι πιο σημαντικοί είναι οι αριθμοί θεώρησης (EPROM) για τις 4 πλακέτες του συστήματος. Για επικοινωνία με τον κατασκευαστή, είναι πολύ χρήσιμο αν μπορούν να δοθούν όλες οι πληροφορίες που απεικονίζονται από την εντολή identify .

	Οι αριθμοί θεώρησης του λογισμικού υλικού (Firmware Revision Number(s)) αναφέρονται στα μέρη του προγράμματος (program modules). Αυτοί οι αριθμοί δεν είναι απαραίτητα όμοιοι με τους EPROM Revision Numbers οι οποίοι αναφέρονται σε όλα τα EPROM. Ένα EPROM μπορεί να περιέχει περισσότερα από ένα Firmware modules. EPROM Revision Numbers δεν είναι ορατοί εδώ.
Παρατηρήσεις:	Στην ενσωματωμένη κονσόλα υπάρχει μόνο η συσκευή αναγνώρισης Mars-88.

3.2.5.6.9. Διάφορου Είδους Εντολές (Miscellaneous Commands)

Παρακάτω αναφέρονται διάφορες εντολές οι οποίες δεν ανήκουν σε καμιά από τις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Όνομα:	<i>calibrate</i> – εισάγει έναν παλμό βαθμονόμησης
Σύνοψη:	calibrate
Περιγραφή:	Η εντολή calibrate χρησιμοποιείται για να εισάγει έναν παλμό βαθμονόμησης.

Όνομα:	<i>Free memory</i> – απεικονίζει το μέγεθος της μνήμης η οποία είναι ελεύθερη
Σύνοψη:	Free_memory
Περιγραφή:	<p>Η εντολή free memory χρησιμοποιείται για να απεικονίσει το μέγεθος της ελεύθερης μνήμης στο σύστημα μαζί με την ολική διαθέσιμη μνήμη. Η τιμή απεικονίζεται σε blocks και ποσοστά [π.χ. "free_memory 99% (1021 out of 1022 blocks)"]</p> <p>Όταν έχει αδειάσει όλη η μνήμη στην μόνιμη μνήμη του υπολογιστή, η εντολή free_memory εξακολουθεί να υποδεικνύει κάποια χρησιμοποιούμενα blocks.</p>

Όνομα:	<i>help</i> – εμφανίζει μια λίστα των εντολών οι οποίες είναι διαθέσιμες ή προσφέρει βοήθεια για κάποια εντολή.
---------------	--

Σύνοψη:	help
Περιγραφή:	<p>Η εντολή help χρησιμοποιείται για να εμφανίσει μια λίστα όλων των διαθέσιμων εντολών.</p> <p>Αν πληκτρολογηθεί το όνομα μιας εντολής ακολουθούμενο από ένα ερωτηματικό στο τέλος (?), εμφανίζεται ένα σύντομο, αλλά επαρκές, βοηθητικό κείμενο για την εντολή αυτή.</p>
Παράδειγμα:	Channels ? # get help for the <i>channels</i> command

Όνομα:	<i>refresh</i> – ανανεώνει την οθόνη του τερματικού
Σύνοψη:	Refresh
Περιγραφή:	<p>Η εντολή refresh χρησιμοποιείται για να “ανανεώσει” την οθόνη του τερματικού. Το Mars-88 εκμεταλλεύεται μερικά από τα χαρακτηριστικά ενός VT100 συμβατού τερματικού αν ανιχνεύσει ένα τέτοιο τερματικό κατά το χρόνο εκκίνησης. Αν αυτός το τερματικό στη συνέχεια αποσυνδεθεί ή τερματιστεί η λειτουργία του και μετά γίνει επανεκκίνηση, το σχήμα της οθόνης υπάρχει περίπτωση να εμφανίζεται αλλοιωμένο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το τερματικό τώρα έχει “ξεχάσει” κάποια από την πληροφορία η οποία ήταν ρυθμισμένη εκ των προτέρων από το Mars-88 κατά τον χρόνο εκκίνησης. Η εντολή refresh ρυθμίζει ξανά σωστά το σύστημα του τερματικού για έναρξη λειτουργίας.</p>

Όνομα:	<i>sleep</i> – βάζει τον διερμηνευτή εντολών του τερματικού σε κατάσταση “ύπνου” (sleep)
Σύνοψη:	Sleep < 0..9 >
Περιγραφή:	<p>Η εντολή sleep βάζει τον διερμηνευτή εντολών του τερματικού σε κατάσταση “ύπνου” (sleep) για το καθορισμένο χρονικό διάστημα (επιτρέπεται ένα μέγιστο 9 δευτερολέπτων). Αυτή η εντολή δεν χρησιμοποιείται συχνά σε καθημερινή χρήση. Είναι χρήσιμη μόνο αν χρησιμοποιείται μαζί με άλλες εντολές στην ίδια γραμμή</p>

	<p>εντολών. Για παράδειγμα, η γραμμή εντολών:</p> <pre>coinc_sum 0; sleep 9; sleep 5; coinc_sum 5</pre> <p>θα ρυθμίσει το άθροισμα σύμπτωσης στην τιμή μηδέν (καταγραφή χωρίς διέγερση), στη συνέχεια θα περιμένει για 14 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια θα αυξήσει το άθροισμα σύμπτωσης στην τιμή 5.</p>
Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη πάνω στην κονσόλα.

Όνομα:	<i>verbose</i> – ρυθμίζει ή απεικονίζει την κατάσταση ενεργοποίησης ενημέρωσης αλλαγής παραμέτρου (<i>verbose mode</i>) του διερμηνευτή εντολών
Σύνοψη:	verbose [on off]
Περιγραφή:	Μετά την εκκίνηση, το verbose είναι πάντα στην θέση on . Αυτό σημαίνει ότι μετά από κάθε ρύθμιση μιας παραμέτρου, η νέα τιμή απεικονίζεται. Αν ρυθμιστεί η εντολή verbose στην θέση off , δε γίνεται αυτή η διαδικασία.
Παρατηρήσεις:	Δεν υπάρχει ισοδύναμη εντολή διαθέσιμη πάνω στην κονσόλα.

3.2.5.6.10. Εντολές στην κατάσταση **service** (**Service Mode Commands**)

Οι παρακάτω εντολές είναι διαθέσιμες στην κατάσταση **service** (για περισσότερες λεπτομέρειες στην εντολή **login**)

Αυτές οι εντολές δε χρησιμοποιούνται καθημερινά από τον χρήστη. Πραγματικά πρέπει να εκτελούνται μόνο από κάποιον γνώστη του αντικειμένου. Εκεί οφείλεται το γεγονός ότι έχουν τόσο υψηλό επίπεδο προστασίας και δεν μπορεί να χαμηλώσει το επίπεδο πρόσβασης.

Σημειώνεται ότι όλες οι εντολές είναι διαθέσιμες πάνω στην κονσόλα.

Όνομα:	<i>Defaults</i> ρυθμίζει όλες τις παραμέτρους στις αρχικές τιμές τους (default values)																														
Σύνοψη:	Defaults																														
Περιγραφή:	<p>Η εντολή Defaults χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει όλες τις παραμέτρους στις εργοστασιακές αρχικές τιμές. Αυτή η εντολή επηρεάζει όλα τα set παραμέτρων και πρέπει να χρησιμοποιείται με πολύ μεγάλη προσοχή.</p> <p>Συνιστάται ότι η πρόσβαση για την εντολή Defaults να παραμείνει όπως έχει στην τιμή 3. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται αλλαγή του επιπέδου πρόσβασης στο service mode, έτσι ώστε να εκτελείται αυτή η εντολή.</p> <p>Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις τιμές όπως ρυθμίζονται μετά την εκτέλεση της εντολής Defaults:</p> <table data-bbox="606 1008 1149 2038"> <tbody> <tr> <td>Login password</td> <td>Lennartz</td> </tr> <tr> <td>Service password</td> <td>Service</td> </tr> <tr> <td>Select</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Measurement</td> <td>off</td> </tr> <tr> <td>Sync_mode</td> <td>2 (DCF)</td> </tr> <tr> <td>Sample_rate</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Channels</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Monitor</td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>Exponent</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Scale [*]</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>Coincidence</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pre_event</td> <td>2 blocks</td> </tr> <tr> <td>Post_event</td> <td>2 blocks</td> </tr> <tr> <td>Weight [0,1,2]</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Weight [ext]</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Login password	Lennartz	Service password	Service	Select	0	Measurement	off	Sync_mode	2 (DCF)	Sample_rate	16	Channels	3	Monitor	Off	Exponent	0	Scale [*]	32	Coincidence	1	Pre_event	2 blocks	Post_event	2 blocks	Weight [0,1,2]	1	Weight [ext]	0
Login password	Lennartz																														
Service password	Service																														
Select	0																														
Measurement	off																														
Sync_mode	2 (DCF)																														
Sample_rate	16																														
Channels	3																														
Monitor	Off																														
Exponent	0																														
Scale [*]	32																														
Coincidence	1																														
Pre_event	2 blocks																														
Post_event	2 blocks																														
Weight [0,1,2]	1																														
Weight [ext]	0																														

	<p>Uptime [*] 8 samples</p> <p>Level [*] 5 counts</p> <p>Ratio [*] 2.000</p> <p>Sta [*] 0.100</p> <p>Lta [*] 0.005</p> <p>Hipass [*] 0.000 (=off)</p> <p>Lopass [*] 0.499 (=off)</p> <p>Permissions Για τις περισσότερες εντολές το επίπεδο πρόσβασης έχει την τιμή 1 (π.χ. δεν απαιτείται αλλαγή επιπέδου πρόσβασης (login). Για τις προκαθορισμένες εντολές (defaults commands, το επίπεδο πρόσβασης έχει την τιμή 3 και συνιστάται να παραμείνει σε αυτή την τιμή. Σε μερικές εντολές που σχετίζονται με τους οδηγούς δισκέτας (π.χ. format drive), οι τιμές πρόσβασης είναι 2 (αυτές οι εντολές μπορούν πιθανώς να καταστρέψουν τα δεδομένα της δισκέτας)</p>
Παρατηρήσεις:	Οι αρχικές αυτές τιμές μπορεί να μην ταιριάζουν σωστά σε μια συγκεκριμένη περίπτωση μέτρησης.

Όνομα:	test – εκτελεί πρόγραμμα δοκιμής του λογισμικού (firmware test program)
Σύνοψη:	Test [<hexadecimal_test_number>]

	m88_00019.inx	rwb	12210	Oct	30	Oct 30 13:23 13:17
	m88_00019.dat	rwb	1250304	Oct	30	Oct 30 13:23 13:17
	Χωρητικότητα 1432 KByte(s), 196 free					

Ακολουθεί η ερμηνεία μερικών στοιχείων που απεικονίζονται στο κατάλογο:

Volume

Αυτός είναι ένας 32-bit ψευδο-τυχαίος αριθμός (ο οποίος απεικονίζεται ως ένας οκταψήφιος δεκαεξαδικός αριθμός (8-digit hexadecimal number) ο οποίος παράχθηκε τη στιγμή δημιουργίας του συστήματος αρχείων.

File

Τα ονόματα αρχείων περιέχουν το hardware ID του οργάνου που έγραψε τα αρχεία (στην συγκεκριμένη περίπτωση, το 19). Το αρχείο με το extension **dat** είναι το πραγματικό αρχείο δεδομένων, ενώ το αρχείο **inx** είναι το αρχείο ευρετηρίου (index file). Συγχρόνως, μια είσοδος ευρετηρίου (index entry) καταλαμβάνει 10 bytes. Έτσι, μπορεί να υπολογιστεί ο αριθμός των blocks δεδομένων στον δίσκο διαιρώντας το μήκος του αρχείου ευρετηρίου με τον αριθμό 10.

Mode

Η mode flag σε αυτή την περίπτωση σημαίνει "read write binary". Η "binary" flag δεν θα είναι παρούσα σε αρχεία που περιέχουν καθαρό κείμενο (setup files)

length

Μέτρηση σε bytes

Ημερομηνία δημιουργίας (created)

Ώρα και ημερομηνία δημιουργίας του αρχείου.

Ημερομηνία τροποποίησης (last modified)

Ώρα και ημερομηνία της τελευταίας τροποποίησης του αρχείου (write access).

Χωρητικότητα (Capacity)

Αυτή είναι η πραγματική διαθέσιμη χωρητικότητα για την αποθήκευση των αρχείων (π.χ. η επικεφαλίδα του συστήματος αρχείων έχει ήδη λογαριαστεί).

Όνομα:	Active_drive – εμφανίζει τον αριθμό του ενεργού οδηγού δισκέτας και την κατάσταση του.
Σύνοψη:	Active_drive
Περιγραφή:	<p>Η εντολή Active_drive χρησιμεύει στην απεικόνιση του αριθμού του τρέχοντος ενεργού οδηγού δισκέτας μαζί με κάποια πληροφορία κατάστασης που αφορά τον οδηγό αυτό. Πιθανές αποκρίσεις είναι 0, 1 και "none" (κανένας).</p> <p>Ο ενεργός οδηγός καθορίζεται από το σύστημα. Δεν είναι δυνατόν για τον χρήστη να αλλάξει τον αριθμό του ενεργού οδηγού.</p>

Όνομα:	Flush_level: καθορίζει ή απεικονίζει την καταμέτρηση των block όταν τα δεδομένα μεταφερθούν στην δισκέτα.
Σύνοψη:	Flush_level [<number of blocks>]
Περιγραφή:	<p>Η εργασία διαχείρισης οδηγού δισκέτας (floppy disk management task) περιοδικά Η εντολή "Flush" μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θέσει ένα σηματοφόρο ("high water mark") για τη μεταφορά των δεδομένων στην δισκέτα. Αν ρυθμιστεί η "flush" στην τιμή 100, το σύστημα θα προσπαθήσει να καταγράψει όλα τα διεγερμένα block στη δισκέτα εφόσον το λιγότερο 100 διεγερμένα block είναι στην μνήμη.</p> <p>Η ρύθμιση του "flush" έχει μια σταθερή επίδραση στην κατανάλωση ισχύος του συστήματος και στον κύκλο λειτουργίας duty cycle των οδηγών δισκέτας. Με μια πολύ υψηλή τιμή, οι οδηγοί δισκέτας θα ενεργοποιούνται σπάνια, ενώ με μια πολύ χαμηλή, οι οδηγοί δισκέτας θα ενεργοποιούνται πολύ συχνά. Μια τέτοια κατάσταση δεν είναι επιθυμητή.</p>

Όνομα:	Format_disk: πραγματοποιείται διαμόρφωση (format) στην δισκέτα.
Σύνοψη:	Format_disk [0 1]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή Format_disk χρησιμοποιείται για διαμόρφωση της δισκέτας για χρήση στο Mars-88. Εφόσον αυτή η εντολή θα καταστρέψει όλα τα δεδομένα στη δισκέτα, απαιτείται η επιβεβαίωση της εκτέλεσης της.</p> <p>Η εντολή Format_disk αυτόματα εντοπίζει αν η δισκέτα είναι MF2DD ή MF2HD. Οι δισκέτες MF2DD είναι διαμορφωμένες στα 720 kB, ενώ οι MF2HD στα 1.44 MB.</p> <p>Η εκτέλεση της εντολής Format_disk συνεπάγεται την επακόλουθη εκτέλεση της εντολής mkfs. Έτσι, η δισκέτα δεν διαμορφώνεται μόνο φυσικά, αλλά η δομή του λογικού συστήματος αρχείου καταγράφεται κατά την ίδια χρονική στιγμή.</p> <p>Εφόσον η εντολή mkfs επίσης δημιουργεί ένα αριθμό δισκέτας (ο οποίος πρέπει ενδεχομένως να είναι μοναδικός), συνίσταται να έχει τεθεί από πριν η ώρα και η ημερομηνία πριν την εκτέλεση της εντολής Format_disk. Η εντολή mkfs χρησιμοποιεί την ώρα και την ημερομηνία για τον υπολογισμό του αριθμού δισκέτας.</p>

Όνομα:	Mkfs – δημιουργεί νέο σύστημα αρχείων
Σύνοψη:	Mkfs [0 1]
Περιγραφή:	<p>Η εντολή Mkfs χρησιμοποιείται για δημιουργία ενός νέου συστήματος αρχείων στον οδηγό δισκέτας ο οποίος είναι ήδη διαμορφωμένος κατάλληλα. Για παράδειγμα, το Mkfs μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαγραφή όλων των αρχείων από μια χρησιμοποιημένη δισκέτα.</p> <p>Όταν ένα νέο σύστημα αρχείων</p>

δημιουργηθεί, αυτομάτως δημιουργείται ένας αριθμός volume για την δισκέτα. Για να είμαστε σίγουροι ότι αυτοί οι αριθμοί είναι μοναδικοί, είναι απαραίτητο πριν την εκτέλεση αυτής της εντολής να έχει τεθεί η ώρα και η ημερομηνία.

3.2.6. Σύστημα Δισκετών (Floppy Disk System)

3.2.6.1. Εισαγωγή Δισκέτας

Πριν την εισαγωγή της δισκέτας στον οδηγό, πρέπει να γίνεται έλεγχος ότι στη δισκέτα δεν έχει ενεργοποιηθεί η προστασία εγγραφής. Εισάγεται η δισκέτα όπως ακριβώς και σε έναν υπολογιστή (το μεταλλικό κάλυμμα που είναι τυπωμένο να βρίσκεται στην πάνω μεριά και να εισέρχεται πρώτο). Πρέπει να εισαχθεί όλη η δισκέτα μέσα, μέχρι να πεταχτεί το κουμπί "eject" έξω.

3.2.6.2. Εξαγωγή Δισκέτας

Η δισκέτα απλά εξάγεται πατώντας το πλήκτρο "eject" στον οδηγό δισκέτας. Όμως, πρέπει σε αυτή τη διαδικασία να ληφθούν υπόψη και μερικοί πολύ σημαντικοί κανόνες που πρέπει οπωσδήποτε να εφαρμοστούν.

- Ο πρώτος και πιο σημαντικός κανόνας είναι: Ποτέ δεν πρέπει να εξάγεται η δισκέτα από τον οδηγό ενώ το LED του είναι αναμμένο!!! Κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια των δεδομένων που έχουν συλλεχτεί, αλλά πιθανώς και να προκληθεί μεγάλη φθορά στο σύστημα αρχείων!
- Ο δεύτερος κανόνας είναι ο εξής: Πριν την εξαγωγή της δισκέτας είναι σκόπιμο να σιγουρευτεί ο χρήστης ότι όλα τα δεδομένα διέγερσης έχουν γραφτεί από τη μνήμη. Αν δεν εφαρμοστεί αυτός ο κανόνας, υπάρχει πιθανότητα ενεργοποίησης του οδηγού κατά τη διάρκεια εξαγωγής της δισκέτας. Έτσι, πρέπει να γίνεται η χρήση του πλήκτρου "FLUSH" και να πραγματοποιείται όλη η διαδικασία μεταφοράς, πριν την εξαγωγή της δισκέτας.

3.2.6.3. Το πλήκτρο "FLUSH"

Το πλήκτρο **flush** ξεκινά την άμεση εγγραφή όλων των blocks που έχουν διεγερθεί, ανεξάρτητα από το τι έχουμε θέσει για τα flush blocks.

Αφού έχουμε πιέσει το πλήκτρο flush για μικρό χρονικό διάστημα, συμβαίνει μια ενέργεια στον οδηγό της δισκέτας. Το σύστημα θα συνεχίσει να καταγράφει τα διεγερμένα blocks, είτε μέχρι τη στιγμή που δεν θα υπάρχουν άλλα στην μνήμη είτε μέχρι τη στιγμή που δεν θα υπάρχει άλλος ελεύθερος χώρος στη δισκέτα. Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί, ανάβει το πράσινο LED (READY), και παραμένει αναμμένο για περίπου 30sec. Κατά τη διάρκεια αυτής τη περιόδου είναι απολύτως ασφαλές να απομακρυνθεί η δισκέτα(ες) από τον οδηγό.

Πρέπει να γίνει κατανοητό επίσης ότι το READY LED δεν σημαίνει απαραίτητα ότι όλα τα δεδομένα έχουν μεταφερθεί στις δισκέτες. Το READY LED θα ανάψει ακόμη στην περίπτωση που δεν υπάρχει καθόλου χώρος στην δισκέτα (εμφανίζεται ένα μήνυμα στο δεξιό ακραίο πεδίο της γραμμής κατάστασης του τερματικού).

Για να προλάβουμε τυχόν διακοπή της διαδικασίας λειτουργίας του οδηγού δισκέτας, το λογισμικό υλικό (firmware) του συστήματος αρχείων δεν αποδέχεται καμία άλλη εντολή σχετική με τις δισκέτες κατά τη διάρκεια της περιόδου που το READY LED είναι αναμμένο. Έτσι, η εκτέλεση της εντολής directory ή άλλης εντολής σχετικής με τις δισκέτες θα καθυστερήσει έως τη στιγμή που το READY LED σβήσει ξανά.

Αν δεν υπάρχουν δεδομένα για μεταφορά, εμφανίζεται το μήνυμα "FD: nothing flushed" στην γραμμή κατάστασης του τερματικού.

3.2.6.4. Το σύστημα αρχείων της δισκέτας

Το σύστημα αρχείων της δισκέτας έχει μερικά έμφυτα χαρακτηριστικά τα οποία είναι πιο σύνθετα από το σύστημα λειτουργίας δισκετών που υπάρχει στις μέρες μας. Κάποιες εντολές του χρήστη αλληλεπιδρούν άμεσα στο σύστημα αρχείων. Αυτές είναι: format, mkfs, ifck & dir.

3.2.6.5. Ενεργός οδηγός (active drive)

Η εντολή active drive παρουσιάζει τον "τρέχοντα ενεργό οδηγό" ο οποίος μπορεί να είναι 0, 1 ή κανένας. Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η έννοια του "ενεργού οδηγού" σωστά. Ο ενεργός οδηγός είναι ο οδηγός στον οποίο έχει λάβει χώρα η τελευταία επιτυχής διαδικασία εγγραφής. Η επόμενη διαδικασία εγγραφής επίσης θα επιχειρηθεί στον ενεργό οδηγό.

Εφόσον μια αλλαγή της δισκέτας από τον χρήστη δεν προκαλεί ένα ιδιαίτερο σήμα, το σύστημα δεν μπορεί να ανιχνεύσει μια αλλαγή δισκέτας αμέσως. Έτσι, αν ο "ενεργός οδηγός" αναφέρει τον οδηγό 0 και μετακινηθεί η δισκέτα από τον οδηγό 0, αυτός ο οδηγός θα παραμείνει ο ενεργός οδηγός μέχρι την επόμενη εγγραφή. Τότε μόνο το σύστημα θα ανιχνεύσει ότι δεν υπάρχει πια δισκέτα παρούσα.

3.2.6.6. Αρχεία εγκατάστασης (setup files)

Έχει ήδη αναφερθεί ότι το Mars-88 έχει τη δυνατότητα να φορτώσει αρχεία εγκατάστασης (setup files) από δισκέτα και να τα εκτελέσει. Τα αρχεία αυτά περιέχουν ASCII command strings. Αυτές οι εντολές εκτελούνται σχεδόν σαν να είχαν εισαχθεί μέσω τερματικού. Δεν υπάρχει 100% αντιστοιχία διότι κύριες εντολές που επιτρέπονται στο τερματικό, δεν επιτρέπεται να εκτελεστούν από ένα setup file.

➤ Δημιουργία ενός setup file

Υπάρχουν τρεις τρόποι για να δημιουργηθεί ένα setup file:

- Χρησιμοποιώντας την εντολή save setup, η τρέχουσα εγκατάσταση του οργάνου καταγράφεται στη δισκέτα. Έτσι το αρχείο που δημιουργείται είναι ένα έγκυρο setup file το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο στήσιμο ενός άλλου οργάνου ακριβώς όπως το παρόν όργανο.
- Χρησιμοποιώντας την εντολή load setup, φορτώνεται ένα ήδη υπάρχον setup file από τη δισκέτα. Μετά τη τροποποίηση των παραμέτρων χρησιμοποιείται η εντολή **save setup** για να το γραφτεί πίσω στη δισκέτα, πιθανόν με άλλο όνομα.
- Δημιουργώντας ένα **setup file** από scratch στον κύριο υπολογιστή και μετά χρησιμοποιώντας το χρηστικό πρόγραμμα marssave(1) για μεταφορά του αρχείου στον Mars-88 δίσκο.

Σημειώνεται ότι δεν υπάρχει περίπτωση για οποιαδήποτε τοπική επεξεργασία άμεσα στον σταθμό Mars-88. Αν πρέπει να γίνει επεξεργασία ενός setup file, πρέπει να γίνει στον υπολογιστή.

3.2.6.7. FDH: Αρχές λειτουργίας του διαχειριστή δισκέτας

Το λογισμικό υλικού (firmware) του συστήματος δισκέτας θα ονομάζεται FDH (Floppy Disk Handler=διαχειριστής δισκέτας) από εδώ και στο εξής. Κυρίως, η λειτουργία του είναι η εξής:

Ο FDH αφυπνίζεται αυτόματα κάθε 30sec και ελέγχει αν ο αριθμός των διεγερμένων blocks ξεπερνά το κατώφλι που έχει τεθεί από την λειτουργία flush blocks. Αν βρεθούν λιγότερα blocks τότε ο FHD μεταπίπτει σε κατάσταση νάρκης.

Αν βρεθούν περισσότερα blocks, ο FDH προσπαθεί να ανοίξει τον ενεργό οδηγό. Αν αποτύχει το άνοιγμα του οδηγού, γίνεται προσπάθεια στον άλλον οδηγό. Αν και η δεύτερη προσπάθεια αποτύχει, ο FDH μεταπίπτει σε κατάσταση νάρκης και προσπαθεί ξανά αργότερα. Σε αυτή την περίπτωση, ο ενεργός οδηγός τίθεται στο "none". Η περίοδος νάρκης τότε αυξάνει στα 60sec. Στην επόμενη μη επιτυχημένη προσπάθεια, αυξάνεται κι άλλο στα 2min. Μετά από αυτό, δεν αυξάνει άλλο.

Ας υποθεθεί ότι ο οδηγός μπορεί να ανοίξει. Τότε, ο FDH ελέγχει να δει αν υπάρχει αρκετός χώρος διαθέσιμος. Αν δεν υπάρχει, ο οδηγός κλείνει και ο FDH επιχειρεί στον άλλο οδηγό.

Αν υπάρχει αρκετός χώρος, ο FDH αρχίζει να καταγράφει δεδομένα. Για κάθε δεδομένα ή setup block που καταγράφονται, δημιουργείται ένας index στο αρχείο index. Αν συμβεί κάποιο σφάλμα εγγραφής, το αντίστοιχο block δεν διαγράφεται από τη μνήμη, αλλά κρατείται για μια επακόλουθη νέα προσπάθεια.

Αν όλα τα διεγερμένα blocks έχουν καταγραφεί, κλείνει και ο index και τα αρχεία δεδομένων και ο FDH μεταπίπτει σε κατάσταση νάρκης.

Πατώντας το πλήκτρο flush για μικρό χρονικό διάστημα θέτει τα flush blocks στο μηδέν και ξυπνά τον FDH αμέσως. Εκτός από αυτό, ο FDH δεν κάνει κάποια ιδιαίτερη επεξεργασία ή λειτουργία εκτός του ότι λαμβάνει το πλήκτρο flush.

3.2.6.8. Χωρητικότητα δεδομένων

Διατηρώντας ένα αρχείο index ανάμεσα στο αρχείο δεδομένων προκαλείται ένα overhead της τάξης του 1%. Έτσι, η χωρητικότητα των δεδομένων της δισκέτας δεν επηρεάζεται σοβαρά. Ο αριθμός των block δεδομένων που μπορούν να καταγραφούν σε μία δισκέτα είναι απόλυτα σταθερός (μπορεί να υπάρχουν αρχεία εντολών στην δισκέτα τα οποία, φυσικά, καταλαμβάνουν χώρο που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν διαθέσιμος για δεδομένα). Σε μια διαφορετική κενή δισκέτα, το σύστημα μπορεί να καταγράψει 1415 block αρχείων, συμπεριλαμβανομένων και των αντίστοιχων καταχωρήσεων δείκτη.

3.2.6.9. Αλλοίωση δεδομένων

Τι μπορεί να γίνει στην περίπτωση αλλοίωσης δεδομένων; Υπάρχουν δύο επίπεδα βοήθειας διαθέσιμα για το Mars-88:

Στο **Mars-88** σύστημα υπάρχει μια εντολή χρήστη που σχετίζεται με την ακεραιότητα του συστήματος αρχείων. Η εντολή **fsck** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επαλήθευση της ακεραιότητας του συστήματος αρχείων και επίσης για να επιδιορθώσει κύριους τύπους βλαβών.

Μια άλλη πιθανή βλάβη μπορεί να συμβεί όχι στο επίπεδο του συστήματος αρχείων, αλλά στο επίπεδο αρχείων εφαρμογής. Αν η δισκέτα μετακινηθεί σε ακατάλληλη στιγμή, είναι πιθανόν το αρχείο δείκτη να μην συμπίπτει τελείως με το αρχείο δεδομένων. (π.χ. το αρχείο δείκτη δεν μπορούσε να ενημερωθεί σωστά λόγω της εσφαλμένης ενέργειας μετακίνησης της δισκέτας). Αυτή είναι μια ανεπιθύμητη κατάσταση, αφού πολλά προγράμματα επεξεργασίας δεδομένων βασίζονται στην ακεραιότητα των αρχείων δείκτη και των αρχείων δεδομένων. Εν τούτοις, το αρχείο δείκτη περιέχει μόνο πλεονάζουσα πληροφορία που μπορεί να βρεθεί ξανά από το αρχείο δεδομένων. Η **ifck** (index file checker) **utility** ορίζεται να φροντίζει αυτή την κατάσταση.

3.2.6.10. Μηνύματα γραμμής κατάστασης από το σύστημα δισκετών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το δεξιό ακραίο πεδίο της γραμμής κατάστασης του τερματικού χρησιμοποιείται από το σύστημα δισκετών. Τα μηνύματα που ακολουθούν είναι δυνατό να εμφανιστούν:

-----	Αν τίποτα δεν απεικονίζεται στο δεξιό ακραίο πεδίο, το σύστημα δισκετών είναι ανενεργό
FD: flush key	Αυτή είναι μια πολύ σύντομη ένδειξη του γεγονότος ότι το σύστημα δισκετών έχει αναγνωρίσει το πλήκτρο flush
FD: opening	Την χρονική περίοδο που απεικονίζεται αυτό το μήνυμα, το σύστημα διαχείρισης δισκετών ψάχνει για ένα μέρος για να καταγράψει τα

	δεδομένα
FD: writing drv n	Το σύστημα δισκετών επί του παρόντος καταγράφει στον οδηγό n
FD: err drv n	Πραγματοποιήθηκε ένα σφάλμα εγγραφής στον οδηγό n
d0 : full d1: disk?	Αυτό το μήνυμα εμφανίζεται αν και οι δύο οδηγοί είναι μη προσβάσιμοι για καταγραφή δεδομένων. Όλοι οι συνδυασμοί των μηνυμάτων "full" & "disk?" είναι πιθανοί. "full" σημαίνει ότι δεν υπάρχει άλλος χώρος για καταγραφή στον οδηγό. "disk?" σημαίνει, είτε ότι δεν υπάρχει δισκέτα, είτε ότι η δισκέτα δεν έχει διαμορφωθεί κατάλληλα, είτε ότι είναι write protected.
FD: flush OK	Αυτό το μήνυμα εμφανίζεται μετά από μια επιτυχημένη εφαρμογή μεταφοράς δεδομένων (flushing). Την ίδια στιγμή, το READY LED ανάβει.
FD: nothing flushed	Αυτό το μήνυμα εμφανίζεται μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής μεταφοράς δεδομένων (flushing) αλλά χωρίς εγγεγραμμένα δεδομένα στην μνήμη. Την ίδια στιγμή, το READY LED ανάβει.

3.2.7. Κατασκευή δεδομένων

3.2.7.1. Blocks δεδομένων

Όλα τα δεδομένα στο Mars-88 απεικονίζονται με τη μορφή blocks. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα δεν έχουν συνεχή ροή. Αντίθετα, τα δεδομένα χωρίζονται σε εύχρηστα blocks. Στη συγκεκριμένη έκδοση, ένα block περιέχει 1024 bytes (1 kB) δεδομένα.

Η προσωρινή μνήμη του συστήματος επίσης χωρίζεται σε blocks. Αν εκτελεστεί η εντολή **free memory**, αποδίδει τον αριθμό των blocks που είναι ακόμη διαθέσιμα στην μνήμη.

3.2.7.2. Διάφοροι τύποι blocks

❖ blocks δεδομένων

Τα περισσότερα blocks στη μνήμη θα είναι block δεδομένων.

❖ setup blocks

Ένα setup block είναι ένα block που περιέχει μια ολοκληρωμένη περιγραφή της τρέχουσας εγκατάστασης του οργάνου.

❖ monitor blocks

Ένα monitor block περιέχει monitor δεδομένα, π.χ. σεισμικά δεδομένα που παράγονται από το κανάλι 0 και επανα-δειγματολειτουργούνται κατά 1/50 του αρχικού ρυθμού δειγματοληψίας. Σημειώνεται ότι αυτή δεν είναι μια αυστηρή μαθηματική διαδικασία επανα-δειγματοληψίας.

3.2.7.3. Εγκατάσταση και δημιουργία blocks

Αφού τα setup blocks είναι τόσο σημαντικά για τον σκοπό των αυτο-προσδιοριζόμενων δεδομένων, έχουν δημιουργηθεί κάπως πλεονασματικά (καλύτερα να πλεονάζουν παρά να είναι λιγότερα!). Η ακόλουθη λίστα δίνει περισσότερες λεπτομέρειες:

Measurement on	Κάθε φορά που το σύστημα μέτρησης εκκινεί, δημιουργείται ένα setup block, ανεξάρτητα με το αν κάτι έχει αλλάξει από την τελευταία μέτρηση.
Parameter change	Κάθε φορά που μια παράμετρος αλλάζει, δημιουργείται ένα setup block, αλλά μόνο αν το σύστημα εκείνη τη στιγμή μετράει! Αυτό σημαίνει ότι, με το measurement off, είναι

	δυνατόν να αλλαχθούν οι παράμετροι μία προς μία, χωρίς να δημιουργείται setup block κάθε φορά.
--	--

3.2.7.4. Διαγραφή setup blocks

Ένα setup block παραμένει στην μνήμη μέχρι το τελευταίο block το οποίο αναφέρεται ότι έχει γραφτεί από πάνω. Εφόσον μη-διεγερμένα blocks μπορεί να παραμείνουν στην μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα (σε αργούς δειγματοληπτικούς ρυθμούς), ένα αντίστοιχο setup block μπορεί επίσης να παραμείνει στην μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Για να αποφύγουμε την σύγχυση, είναι επιθυμητές μερικές εξηγήσεις για τις εσωτερικές λειτουργίες του υπάρχοντος συστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων. Ο διαχειριστής της βάσης δεδομένων κρατάει δύο διαφορετικές σειρές από blocks (θα υποθέτουμε ότι το κανάλι monitor δεν είναι ενεργό, για λόγους απλότητας!). Η σειρά πριν από το γεγονός (pre-event queue) περιλαμβάνει όλα τα μη διεγερμένα blocks δεδομένων που είναι διαθέσιμα για επακόλουθη επαναχρησιμοποίηση. Η σειρά διέγερσης (trigger queue) περιλαμβάνει όλα τα blocks τα οποία έχουν μαρκαριστεί ως διεγερμένα από το τοπικό σύστημα διέγερσης του οργάνου. Επιπλέον, στις δύο αυτές σειρές, τα setup blocks κρατούνται στην μνήμη. Το σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων φροντίζει να απορρίπτει τα άχρηστα setup blocks εφόσον το τελευταίο αντίστοιχο block δεδομένων έχει γραφτεί από πάνω ή έχει μεταφερθεί σε μόνιμη μνήμη.

Η σειρά πριν από το γεγονός (pre-event queue) έχει γραφτεί από πάνω από "παλιό" end π.χ. τα πιο παλιά μη-διεγερμένα blocks στην μνήμη θα γραφτούν από πάνω. Τη στιγμή που ένα παλιό μη διεγερμένο block επιτρέπεται να μείνει εξαρτάται προφανώς από το ρυθμό δειγματοληψίας, από τον αριθμό των καναλιών και την ολική ποσότητα της διαθέσιμης μνήμης. Στους χαμηλούς ρυθμούς δειγματοληψίας και με μεγάλη μνήμη, αυτή η στιγμή μπορεί να είναι στο εύρος πολλών ωρών.

Τα setup blocks κρατούνται στην μνήμη εφόσον υπάρχει ακόμα ένα block δεδομένων (διεγερμένων ή πριν το γεγονός) στο οποίο αυτό το συγκεκριμένο setup block αναφέρεται. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι πολύ πιθανόν για τα "παλιά" πριν το γεγονός blocks να παραμείνουν στην μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα, κι έτσι επίσης για τα αντίστοιχα setup blocks.

Ως συνέπεια αυτού, είναι πιθανόν τα "παλιά" setup blocks να παραμείνουν στην μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, ακόμη και αν έχουν μεταφερθεί όλα τα διεγερμένα blocks στη συσκευή

I/O, κάποια blocks μπορεί να έχουν παραμείνει στην μνήμη. Μην αφήσετε αυτό να σας μπερδέψει!

3.2.7.5. Διαμόρφωση block δεδομένων

Ένα block δεδομένων αποτελείται από 1024 bytes. Από αυτά, 24 bytes είναι πληροφορία επικεφαλίδων και τα υπόλοιπα 1000 που απομένουν είναι δυαδικά δεδομένα.

3.2.7.5.1. Η επικεφαλίδα του block δεδομένων

Η επικεφαλίδα του block δεδομένων περιέχει τα ακόλουθα αντικείμενα:

Device ID	Αυτό είναι το hardware ID της συσκευής του οργάνου το οποίο έγραψε τα δεδομένα.
Format ID	Αυτό το πεδίο αποφεύγει την παρερμηνεία του block δεδομένων από το λογισμικό επεξεργασίας. Αν το format του block δεδομένων ήταν να αλλάξει, αυτό γινόταν από το ID του format. Μετά, το λογισμικό επεξεργασίας θα μπορούσε να ρυθμίσει την διαδικασία εισόδου κατάλληλα ή να παράγει ένα μήνυμα σφάλματος αν δεν είναι ικανό να υποστηρίξει αυτό το format. Το format των λέξεων των ατομικών δεδομένων επίσης αποκωδικοποιείται εδώ (βλέπε exponent).
time	Ο χρόνος αποκωδικοποιείται ως ο ακέραιος αριθμός των seconds που έχει διανυθεί από την 1 ^η Ιανουαρίου του 1970. Δεν είναι απαραίτητο να λαμβάνονται κλάσματα του δευτερολέπτου υπόψη, αφού το Mars-88 εξασφαλίζει ότι ένα block δεδομένων μπορεί μόνο να αρχίσει σε ένα ολόκληρο δευτερόλεπτο. Ο χρόνος που

	αποκωδικοποιείται εδώ αναφέρεται στο πρώτο δείγμα στο block.
Time mode	Αυτό το πεδίο καθορίζει αν το ρολόι του συστήματος ήταν συγχρονισμένο με ένα εξωτερικό σήμα και αν ο χρόνος είχε τεθεί χειροκίνητα ή αυτόματα.
Time lag	Αυτό το πεδίο δείχνει την καθυστέρηση μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού ρολογιού.
Channel number	Αυτό το πεδίο περιέχει τον αριθμό του καναλιού (0, 1 ή 2)
Sampling rate	Αυτό το πεδίο περιέχει τον δι-λογάριθμο του ρυθμού δειγματοληψίας σε milliseconds.
Max. amplitude	Αυτό το πεδίο περιέχει το απόλυτο μέγιστο πλάτος που έχει παρατηρηθεί σε όλα τα 500 δείγματα αυτού του block. Αυτό το πεδίο είναι κυρίως βολικό για σχεδιαστικές ρουτίνες που επιχειρούν αυτόματη κλιμάκωση. Χρησιμοποιώντας αυτό το πεδίο, δεν είναι αναγκαίο να διαβάζεις όλα τα δεδομένα στο block μόνο για να βρεις μια σταθερά κλίμακας.
Scale	Αυτό το πεδίο περιέχει τον δι-λογάριθμο της κλίμακας εισόδου (έτσι, μια μέτρηση αντιστοιχεί σε $2^{\text{κλίμακα}}$ μV).

Από αυτή τη λίστα γίνεται σαφές ότι η επικεφαλίδα του block δεδομένων, παρόλη την συμπυκνωμένη μορφή της, είναι επαρκής για να προσδιορίζει σχεδόν ολοκληρωτικά τα δεδομένα που βρέθηκαν στο block δεδομένων. Τα κομμάτια της πληροφορίας που λείπουν (όπως είναι οι ρυθμίσεις διέγερσης) είναι διαθέσιμα στο setup block.

3.2.7.5.2. Format δυαδικών δεδομένων

Τα δυαδικά δεδομένα αποκωδικοποιούνται ως 16-bit λέξεις. Η ακριβής έννοια της λέξης δεδομένων εξαρτάται από την ρύθμιση της μεταβλητής `exponent`. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτή η ρύθμιση αντανakλάται στο πεδίο `format_id`. Εντούτοις, το λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων του κατασκευαστή θα το λάβει αυτό υπόψη και συνεπώς θα ρυθμίσει τις τελικές τιμές δεδομένων.

3.2.7.6. Monitor Block Format

Το monitor block format είναι μια αρχή ίδια με το data block format. Η μόνη εξαίρεση είναι ότι τα δυαδικά δεδομένα δεν δειγματοληπτούνται με τον ρυθμό δειγματοληψίας που υποδεικνύεται στον block header. Αντίθετα, τα monitor δεδομένα παράγονται ως εξής:

Η "αρχική" ροή δεδομένων διέρχεται από φίλτρο που από 50 διαδοχικά δείγματα υπολογίζει την μέγιστη απόλυτη τιμή από αυτά τα 50 δείγματα. Η έξοδος αυτού του φίλτρου αποθηκεύεται σε μια λέξη δεδομένων του monitor block. Έτσι, ο "ρυθμός δειγματοληψίας" των monitor δεδομένων είναι αποτελεσματικά 1/50 του αρχικού ρυθμού δειγματοληψίας. Σημειώνεται ότι παρόλα αυτά η λειτουργία που παρουσιάζεται εδώ δεν είναι επαναδειγματοληψία ή decimation με την μαθηματική έννοια. Με την πραγματική επαναδειγματοληψία, τα δεδομένα πρέπει να διέλθουν αρχικά από ένα φίλτρο χαμηλής συχνότητας. Από την άλλη, ο αλγόριθμος που υπάρχει εδώ διασφαλίζει ότι κάποια σφάλματα στο σήμα συγκρατούνται, παρόλο τον μεγάλο βαθμό decimation.

Τα **monitor blocks** είναι εντελώς διαχωρισμένα από τα block δεδομένα. Εντούτοις, για να μπορούμε να ξεχωρίσουμε ένα **monitor block** από ένα **data block**, το monitor block έχει διαφορετική είσοδο **block_format**.

3.2.7.7. Setup Block Format

Το setup block περιέχει δύο αντίγραφα των χαρακτηριστικών του setup του οργάνου. Το πρώτο αντίγραφο είναι η κατάσταση του οργάνου **μετά** το χρόνο δημιουργίας του setup block, ενώ το δεύτερο αντίγραφο περιγράφει την κατάσταση του οργάνου **πριν** τον χρόνο δημιουργίας του setup block. Έτσι, ένα πρόγραμμα επεξεργασίας δεδομένων μπορεί να λέει ακριβώς ποια παράμετρος ή ποιες παράμετροι έχουν αλλάξει.

Η ακόλουθη λίστα αναφέρει τα μέρη που περιέχονται στο setup block:

time	Αυτό το πεδίο δείχνει το χρόνο έναρξης της εγκυρότητας αυτού του setup block.
Sampling rate	Ομοίως με το πεδίο του ρυθμού δειγματοληψίας στον data block header
channels	Ομοίως, με το πεδίο channels στον data block header
monitor	Αυτό το πεδίο δείχνει αν το κανάλι monitor ήταν ενεργό ή όχι
expo	Αυτό το πεδίο αντανakλά την ρύθμιση της παραμέτρου exponent
scale	Ομοίως, με το πεδίο κλίμακας στον data block header. Εντούτοις, το setup block περιέχει τις κλίμακες και από τα τρία κανάλια.
Trigger setting	Όλοι οι παράμετροι που είναι σχετικές με την ρύθμιση είναι τεκμηριωμένες εδώ (τα βάρη, άθροισμα σύμπτωσης κτλ)
Free text	Αυτό είναι το κείμενο που εισήχθη με την εντολή text. Προτείνεται να εισάγονται πληροφορίες όπως γεωγραφικές συντεταγμένες, όνομα σταθμού, κτλ.

3.2.8. Παράρτημα

3.2.8.1. Εσωτερικά σφάλματα

Αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνει τα μηνύματα εσωτερικών σφαλμάτων του συστήματος. Όλα τα σφάλματα αναφέρονται ως ένας τετραψήφιος δεκαεξαδικός αριθμός. Για τα πιο συνηθισμένα σφάλματα, το περιγραφικό μήνυμα θα εμφανιστεί επίσης στο σύστημα Mars-88. Εντούτοις, για τις πιο εξεζητημένες συνθήκες σφαλμάτων, δίνεται μόνο ο αριθμός. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να γίνεται έλεγχος από τον παρακάτω κατάλογο για την αντίστοιχη περιγραφή.

3.2.8.1.1. User interface errors (0x03..)

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τα σφάλματα που είναι πολύ πιθανόν να εμφανιστούν περιστασιακά. Όλα αυτά τα σφάλματα αποτελούν ευθύνη του χρήστη.

0x0301	Γενικό συντακτικό σφάλμα
0x0302	Λάθος τιμή. Έχετε ορίσει μια τιμή που είναι εκτός του επιτρεπτού ορίου
0x0303	Μεταβλητή read-only. Έχετε προσπαθήσει να τροποποιήσετε την τιμή μιας μεταβλητής η οποία είναι read-only.
0x0304	Δεν επιτρέπεται. Για να εκτελέσετε αυτή την εντολή, πρέπει να ανέβετε επίπεδο πρόσβασης.
0x0305	Λάθος κωδικός πρόσβασης (password)
0x0306	Δε σταμάτησε. Για να εκτελεστεί αυτή η εντολή, το σύστημα μέτρησης πρέπει να τερματιστεί.
0x0307	Προσπαθείτε να τροποποιήσετε κάτι που δεν μπορεί να τροποποιηθεί στο sync_mode 2.
0x0308	Time valid. Για να εκτελεστεί αυτή η εντολή πρέπει πρώτα time clear
0x0309	Λάθος ώρα. Πιθανόν έγινε λάθος στην πληκτρολόγηση της ώρας.
0x030A	Λάθος ημερομηνία. Πιθανόν λάθος στην πληκτρολόγηση.
0x030B	Έχετε προσπαθήσει να τροποποιήσετε το επίπεδο πρόσβασης μιας εντολής της οποίας η πρόσβαση είναι σε επίπεδο υλικού (hardwired)

0x030C	Πάρα πολλές εντολές στο "διακόπτη". Σε κάθε διακόπτη επιτρέπεται μέγιστα μέχρι 6 εντολές.
0x030D	Η εντολή δεν επιτρέπεται στον "διακόπτη". Κύριες εντολές δεν μπορούν να εκτελεστούν υπό τον έλεγχο του "Switching Times Manager"
0x030E	Μόνο στην κονσόλα

3.2.8.1.2. DSP (Digital Signal Processor) μηνύματα σφάλματος (0x3...)

Τα μηνύματα σφαλμάτων σε αυτή την κατηγορία περιγράφουν σφάλματα τα οποία είναι ανεπανόρθωτα (fatal error). Αν κάποιο από αυτά τα σφάλματα συμβεί, είναι μια ένδειξη ότι έχει γίνει κάτι πολύ σοβαρό.

Η πρώτη κατηγορία (με τα πρώτα δύο ψηφία 31) περιέχουν σφάλματα τα οποία κανονικά υποδεικνύουν ένα πρόβλημα επικοινωνίας μεταξύ του κύριου CPU και του DSP:

0x3101	Ρυθμός δειγματοληψίας εκτός ορίου
0x3102	Αριθμός καναλιών εκτός ορίου
0x3103	Εντολή από SPH (Signal Processor Handler)
0x3104	Παράγοντας ενίσχυσης εκτός ορίου
0x3105	Δεν έχουν τοποθετηθεί τιμές εισόδου
0x3106	Analog Display Mode εκτός ορίου

Η επόμενη κατηγορία, με τα δύο πρώτα ψηφία 32, περιέχουν σφάλματα τα οποία δείχνουν ένα πρόβλημα στο πρωτόκολλο ανταλλαγής σημάτων επικοινωνίας μεταξύ του κύριου CPU και του DSP:

0x3201	SPH sync χάθηκε, SPH δεν είναι εντάξει.
--------	---

0x3202	Λείπει νέο block από το SPH. Αυτό το σφάλμα μπορεί να οφείλεται λόγω μιας προσωρινής υπερφόρτωσης του συστήματος: η κατάσταση αυτή κράτησε απασχολημένο το βασικό σύστημα και το απέτρεψε να ανταποκριθεί στο αίτημα DSP για ένα νέο block εντός του επιτρεπτού χρονικού ορίου.
--------	---

Η επόμενη κατηγορία (33) περιέχει σφάλματα τα οποία δείχνουν κάποιο σφάλμα μέτρησης πραγματικού χρόνου.

0x3301	Μη ορισμένη DSP κατάσταση
0x3302	Υπερχείλιση της εισόδου της προσωρινής αποθήκευσης στοιχείων (input buffer)
0x3301	Υπερχείλιση του αριθμού δειγμάτων. Πάρα πολλά δείγματα σε ένα block.
0x3301	Πολύ λίγα δείγματα σε ένα block
0x3301	Decimation sync χάθηκε.

Η επόμενη κατηγορία (38) περιέχει σφάλματα τα οποία δημιουργήθηκαν από τη βασική CPU, αλλά υποδεικνύουν ένα πρόβλημα με το DSP:

0x3801	Η μνήμη δεν ταιριάζει. Η βασική CPU και το DSP έχουν διαφορετικό μέγεθος μνήμης.
0x3802	Τέλος χρόνου όταν περίμενε για μια DSP ανταπόκριση

3.2.8.1.3. Σφάλματα του συστήματος λειτουργίας (0x01...)

Αυτή η κατηγορία σφαλμάτων περιέχει σφάλματα που δημιουργήθηκαν "βαθιά εσωτερικά". Τα περισσότερα από αυτά τα σφάλματα δείχνουν ότι κάτι πολύ σοβαρό συμβαίνει.

0x0100	Κακό όρισμα στο κάλεσμα του συστήματος
0x0101	Δεν βρέθηκαν αντικείμενα
0x0102	Δεν υπάρχει πρόσβαση (δεν πρέπει να μπερδεύεται με το 0x0304)
0x0103	Κοινό απροσδιόριστο σφάλμα εισόδου / εξόδου
0x0104	Υπάρχει αρχείο. Δεν μπορεί να δημιουργηθεί
0x0105	Δεν είναι ανοικτός ο δρόμος για αποκλειστική πρόσβαση
0x0120	Το κάλεσμα του συστήματος διακόπηκε
0x0121	Τέλος χρόνου του καλέσματος του συστήματος
0x0122	Αγνοείται το σήμα KILL
0x0123	Καθορίστηκε κακό διάνυσμα διακοπής
0x0124	Δε μανταλώθηκε κάποιο σήμα
0x0125	Δεν είναι διαθέσιμη η επικοινωνία (mail)
0x0126	Μη αποδεκτός ID αριθμός task. Δεν βρέθηκε τέτοιο task.
0x0127	Μη αποδεκτός ID αριθμός task.
0x0130	Δεν είναι διαθέσιμη διάταξη οπτικής μετάδοσης σήματος, ή η αιτούσα διάταξη δεν βρέθηκε
0x0131	Κακός αριθμός ID αριθμός διάταξη οπτικής μετάδοσης σήματος.
0x0132	Η αναμονή του αριθμού διάταξης οπτικής μετάδοσης σήματος τερματίστηκε λόγω reset.

0x0140	Μη αποδεκτός ID timer. Εκτός ορίου
0x0141	Timers εκτός συστήματος
0x0150	Εκτός μνήμης
0x0151	Μη αποδεκτός ID pool memory. Εκτός ορίου
0x0152	Παραβιάστηκε το όριο μνήμης block
0x0153	Παρουσιάστηκε παράνομο block μνήμης
0x0160	Δεν υπάρχουν διαθέσιμες θύρες
0x0161	Δεν υπάρχει η συγκεκριμένη θύρα
0x0170	Το RSC interface είναι σε λάθος κατάσταση
0x0180	Άγνωστη κλήση του συστήματος
0x0181	Άγνωστη κατάσταση task
0x0182	Υπερχείλιση της προσωρινής μνήμης
0x0183	Η προσωρινή μνήμη έχει διαβρωθεί
0x0184	Κάποιο άχρηστο task είναι σε διαθεσιμότητα
0x0185	
0x0186	
0x0190	Άγνωστη συσκευή
0x0191	Δεν υπάρχει χώρος
0x0192	Δεν υπάρχουν διαδρομές

3.2.8.1.4. Σφάλματα του συστήματος αρχείων (0x42...)

Αυτή η κατηγορία περιέχει σφάλματα τα οποία σχετίζονται με το σύστημα αρχείων της δισκέτας (Floppy Disk File System).

0x4201	Μη αποδεκτό σύστημα αρχείων
0x4202	Μη αποδεκτή έκδοση του συστήματος αρχείων
0x4203	Δεν υπάρχει χώρος στη δισκέτα
0x4204	Δεν υπάρχουν inodes
0x4205	Δεν υπάρχουν slots
0x4206	Δεν υπάρχουν περιγραφητές (descriptors)
0x4207	Δεν βρέθηκε αρχείο
0x4208	Το σύστημα αρχείων είναι απασχολημένο, δεν μπορεί να γίνει μεταφορά των αρχείων (flush)
0x4209	Δεν βρέθηκε κατάλογος αρχείων in-core (in-core directory)
0x420A	Η inode σειρά είναι άδεια
0x420B	Το σύστημα αρχείων δεν είναι καθαρό.

3.2.8.1.5. Σφάλματα του οδηγού δισκέτας (0x44...)

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει σφάλματα τα οποία δημιουργήθηκαν από τον οδηγό δισκέτας. Συνήθως υποδηλώνουν ένα πρόβλημα υλικού (hardware). Το σφάλμα 0x4405 δεν είναι fatal error.

0x4401	Σφάλμα έρευνας
--------	----------------

0x4402	Σφάλμα μεταφοράς
0x4403	Σφάλμα κατάστασης
0x4404	Σφάλμα επανα-ρύθμισης
0x4405	
0x4406	Ο οδηγός δεν είναι έτοιμος
0x4407	FDC 765 έχει πρόβλημα
0x4408	Ο οδηγός δεν έχει ρυθμιστεί
0x4409	Ελαττωματικά μέσα

3.2.8.2. Πίνακας STA & LTA σταθερά 'C' σε σύγκριση με την συχνότητα

Ο ακόλουθος πίνακας περιλαμβάνει τη "γωνιακή συχνότητα" ως συνάρτηση της παραμέτρου C του Mars-88. Οι τιμές που καταγράφονται αναφέρονται για τις πιο συνηθισμένες συχνότητες 16msec, 8msec και 4msec.

Ο τύπος είναι:

$$f(c) = \ln(1 - c) / (-2 * \pi * s),$$

όπου f είναι η γωνιακή συχνότητα σε Hz και s είναι ο ρυθμός δειγματοληψίας σε sec. Εφόσον ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι ο πρωτοβάθμιος όρος στην εξίσωση, ο πίνακας παρακάτω μπορεί εύκολα να επεκταθεί και για μεγαλύτερους ή μικρότερους ρυθμούς.

Στον πίνακα οι συχνότητες που είναι <1 Hz αναφέρονται ως περίοδοι (sec) κι όχι ως συχνότητες (Hz).

C	f (c) @ 16 ms	f (c) @ 8 ms	f (c) @ 4 ms
----------	--------------------------	-------------------------	-------------------------

0.001	100.49 sec	50.24 sec	25.12 sec
0.002	50.22 sec	25.11 sec	12.55 sec
0.003	33.46 sec	16.73 sec	8.37 sec
0.004	25.08 sec	12.54 sec	6.27 sec
0.005	20.06 sec	10.03 sec	5.01 sec
0.006	16.70 sec	8.35 sec	4.18 sec
0.007	14.31 sec	7.16 sec	3.58 sec
0.008	12.52 sec	6.26 sec	3.13 sec
0.009	11.12 sec	5.56 sec	2.78 sec
0.01	10.00 sec	5.00 sec	2.50 sec
0.015	6.65 sec	3.33 sec	1.66 sec
0.02	4.98 sec	2.49 sec	1.24 sec
0.025	3.97 sec	1.99 sec	1.00 sec
0.03	3.30 sec	1.65 sec	1.21 Hz
0.035	2.82 sec	1.41 sec	1.41 Hz
0.04	2.46 sec	1.23 sec	1.62 Hz
0.045	2.18 sec	1.09 sec	1.83 Hz
0.05	1.96 sec	1.02 Hz	2.04 Hz
0.06	1.62 sec	1.23 Hz	2.46 Hz
0.07	1.39 sec	1.44 Hz	2.89 Hz
0.08	1.21 sec	1.66 Hz	3.32 Hz
0.09	1.07 sec	1.87 Hz	3.75 Hz

0.1	1.05 Hz	2.10 Hz	4.20 Hz
0.15	1.62 Hz	3.23 Hz	6.46 Hz
0.2	2.22 Hz	4.44 Hz	8.88 Hz
0.25	2.86 Hz	5.72 Hz	11.44 Hz
0.3	3.55 Hz	7.10 Hz	14.20 Hz
0.35	4.29 Hz	8.57 Hz	17.14 Hz
0.4	5.08 Hz	10.16 Hz	20.32 Hz
0.45	5.95 Hz	11.89 Hz	23.78 Hz
0.5	6.89 Hz	13.79 Hz	27.58 Hz
0.6	9.11 Hz	18.23 Hz	36.46 Hz
0.7	11.98 Hz	23.95 Hz	47.90 Hz
0.8	16.01 Hz	32.02 Hz	64.04 Hz
0.9	22.90 Hz	45.81 Hz	91.62 Hz
0.99	45.81 Hz	91.62 Hz	183.24 Hz

3.2.8.3. Ρύθμιση του χρόνου χειροκίνητα

3.2.8.3.1. Εισαγωγή

Αναφορά στην χειροκίνητη ρύθμιση του χρόνου και της ημερομηνίας. Η ρύθμιση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από την ενσωματωμένη κονσόλα, είτε από ένα τερματικό.

3.2.8.3.2. Ρύθμιση χρόνου σε σύγκριση με τον συγχρονισμό

Οι όροι “ρύθμιση ώρας” και “συγχρονισμός” έχουν διαφορετική σημασία. Ρύθμιση ώρας (ή ημερομηνίας) αναφέρεται στην ενέργεια εισαγωγής της πραγματικής τιμής του χρόνου (ή της ημερομηνίας αντιστοίχως). Από την άλλη, ο χρονικός συγχρονισμός αναφέρεται στην ενέργεια του συγχρονισμού της εσωτερικής ώρας με κάποια εξωτερική πηγή. Αυτές οι δύο ενέργειες είναι ανεξάρτητες η μια από την άλλη. Είναι πιθανόν να έχει συγχρονιστεί το ρολόι χωρίς να έχει ρυθμιστεί η ώρα ή/και η ημερομηνία.

3.2.8.3.3. Ρυθμίσεις sync_mode

Όπως προαναφέρθηκε, η ρύθμιση της παραμέτρου sync_mode καθορίζει εάν το εσωτερικό ρολόι του Mars-88 θα αποκωδικοποιήσει την πραγματική ημερομηνία και ώρα από το DCF-77 ή εάν το ρολόι θα βασιστεί στις τιμές που εισάγονται χειροκίνητα.

Η χειροκίνητη ρύθμιση της ώρας και της ημερομηνίας είναι κατάλληλη μόνο αν η παράμετρος sync_mode έχει ρυθμιστεί στην τιμή 0 ή στην τιμή 1.

- Αν η παράμετρος sync_mode έχει ρυθμιστεί στην τιμή 0, τότε δε θα γίνει προσπάθεια συγχρονισμού. Αυτό σημαίνει ότι, ανεξάρτητα από την παρουσία εξωτερικού σήματος χρόνου, το εσωτερικό ρολόι θα λειτουργήσει κανονικά, παραβλέποντας εντελώς τα εξωτερικά σήματα.
- Αν η παράμετρος sync_mode έχει ρυθμιστεί στην τιμή 1, τότε γίνεται προσπάθεια συγχρονισμού και στην πραγματικότητα είναι ένας απαραίτητος όρος για να εκκινήσει το μετρητικό σύστημα.

3.2.8.3.4. Προτεινόμενη μέθοδος για την ρύθμιση του πραγματικού χρόνου

Για αυτή την διαδικασία απαιτείται μια εξωτερική πηγή η οποία δείχνει την πραγματική τιμή ακριβώς. Αυτό μπορεί να είναι π.χ. ένα ρολόι χειρός μεγάλης ακριβείας.

Στο σύστημα Mars-88, πρέπει πρώτα να ρυθμιστεί η παράμετρος `measurement off` και θα πρέπει να ρυθμιστεί η παράμετρος `sync_mode` στην τιμή 0 ή 1 και στην συνέχεια να εισαχθεί η ημερομηνία. Στη συνέχεια, εισάγεται η πραγματική ώρα με όσο περισσότερη ακρίβεια γίνεται. Σημειώνεται ότι παρόλο που τώρα έχει εισαχθεί η ώρα και η ημερομηνία, το εσωτερικό ρολόι ακόμη θεωρεί αυτήν την πληροφορία μη έγκυρη (πρέπει να επικυρωθεί ο χρόνος). Έτσι, τώρα υπάρχει η ευκαιρία να προσαρμοστεί το εσωτερικό ρολόι στην εξωτερική πηγή.

Υποθέτοντας ότι υπάρχει ένα ρολόι χειρός μεγάλης ακριβείας, θα ακολουθηθεί η εξής διαδικασία: Στην ενσωματωμένη κονσόλα, χρησιμοποιούνται τα βέλη για να γίνει μετακίνηση στη στήλη `TIMING SYSTEM` και επιλέγεται η σειρά με το όνομα `TIME`. Ελέγχεται το ρολόι αναφοράς, μέχρι να συμπληρωθεί ένα ολόκληρο λεπτό. Εκείνη τη χρονική στιγμή πιέζεται το πλήκτρο `*ESC*`. Έτσι, η οθόνη θα ενημερωθεί με την τρέχουσα ώρα και θα απεικονίσει αυτή την πληροφορία μέχρι τη στιγμή `"timeout"`. Αν για παράδειγμα η οθόνη της κονσόλας δείξει `13:08:10`, τότε το εσωτερικό ρολόι είναι 10 δευτερόλεπτα μπροστά (θεωρώντας ότι ελήφθησαν η ώρα και τα λεπτά σωστά όταν γινόταν η ρύθμιση).

Μια παρόμοια διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στον τερματικό – απλά πληκτρολογείται **time** (χωρίς `<CR>`) και αναμένεται ένα ολόκληρο λεπτό. Μόνο όταν συμπληρωθεί ένα ολόκληρο λεπτό, πιέζεται το πλήκτρο `<CR>`, και τότε ο εσωτερικός χρόνος απεικονίζεται στο τερματικό.

Αν διαπιστωθεί ότι το εσωτερικό ρολόι δεν είναι σωστό, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση **delta_sec** (που είναι διαθέσιμη στην κονσόλα και μέσω του τερματικού) για να ρυθμιστεί το εσωτερικό ρολόι στη θετική ή στην αρνητική κατεύθυνση. Αφού πραγματοποιηθεί η διόρθωση, γίνεται επανέλεγχος του εσωτερικού ρολογιού με το εξωτερικό ρολόι. Αν η σύγκριση είναι αποδεκτή, εισάγεται **time valid** και μετά **measurement on**.

3.2.8.3.5. Εναλλακτική μέθοδος

Υπάρχει και μια άλλη μέθοδος για τον καθορισμό της ακριβούς ώρας του εσωτερικού ρολογιού. Με τις δυο μεθόδους που περιγράφηκαν παραπάνω, υπάρχει πάντα η πιθανότητα να μην θέσετε ακριβώς την εσωτερική ώρα.

Χρησιμοποιώντας το `TIME SIGNAL int LED`, είναι δυνατόν να ληφθεί η απόλυτη εσωτερική τιμή του συστήματος ακριβώς. Μέχρι το 59^ο δευτερόλεπτο παρακολουθείται αυτό το LED μέχρι να

γίνει αντιληπτός ο “χαμένος παλμός”. Ο επόμενος παλμός δηλώνει το ολόκληρο λεπτό (sec 0). Μετά μετρώνται τα seconds μέχρι η πηγή εξωτερικού χρόνου να δείξει second 0, και τότε υπολογίζεται η διαφορά χρόνου ακριβώς.

3.2.8.4. Χωρητικότητα εγγραφής στην δισκέτα

3.2.8.4.1. Πίνακας

Παρακάτω γίνεται αναφορά στην χωρητικότητα εγγραφής του Mars-88/FD. Ο πίνακας παρακάτω δίνει την μέγιστη χωρητικότητα συνεχούς καταγραφής, βασισμένη στο 1.44 MB (HD) disk format.

Μέγιστη χωρητικότητα συνεχούς καταγραφής για το Mars-88/FD που είναι εφοδιασμένο με δύο οδηγούς δισκέτας 1.44 MB			
Εύρος σήματος (δεν υπάρχει συχνότητα δειγματοληψίας – η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 2.5 φορές το εύρος)	Αριθμός σεισμικών καναλιών εισόδου		
	1	2	3
200 Hz	47 min	23 min	15 min
100 Hz	1 h 34 min	47 min	31 min
50 Hz	3 h 08 min	1 h 34 min	1 h 02 min
25 Hz	6 h 16 min	3 h 08 min	2 h 05 min
.	.	.	.
.	.	.	.
3 Hz	2 d 2 h	1 d 1 h	16 h 42 min

3.2.8.4.2. Αποκλίσεις στην χωρητικότητα εγγραφής

Ο πίνακας έχει υπολογιστεί με την υπόθεση ενός setup block για κάθε δισκέτα. Αν υπάρχουν αλλαγές στην παράμετρο της συχνότητας, τότε θα παραχθούν πιο πολλά blocks, οπότε η πραγματική χωρητικότητα εγγραφής μειώνεται ελαφρά.

Η κανονική χωρητικότητα εγγραφής μια δισκέτας 1.44 MB είναι 1413 blocks (1kByte το καθένα). Αυτό περιλαμβάνει το overhead για το αρχείο index. Εάν π.χ. υπάρχουν 50 setup blocks, η χωρητικότητα που απομένει θα είναι 1363 blocks. Για εύρος σήματος 25 Hz, ένα block έχει διάρκεια 8 sec. Με αυτό το τρόπο υπολογίζεται η αντίστοιχη χωρητικότητα εγγραφής.

3.2.8.5. Πως λειτουργεί το εσωτερικό ρολόι

Ο μέσος χρήστης δεν χρειάζεται να γνωρίζει αυτές τις λεπτομέρειες για το Mars-88 ρολόι. Όμως, υπάρχει ενδιαφέρον για τον τεχνικό συντήρησης ή στην περίπτωση που υπάρχουν δυσκολίες με την υποδοχή των χρονικών σημάτων.

3.2.8.5.1. Ρύθμιση χρόνου

Η ρύθμιση του χρόνου δεν έχει να κάνει πολύ με τον συγχρονισμό. Στο ρολόι του Mars-88, αυτές οι δύο λειτουργίες είναι χωριστές. Αυτόματη ρύθμιση είναι εφικτή μόνο στο sync_mode 2 (DCF77). Εσωτερικά, λειτουργούν 3 ανεξάρτητα "εικονικά" ρολόγια και παίρνουν στροφές στον αποκωδικοποιημένο DCF χρόνο (κάθε λεπτό, κάποιο άλλο εικονικό ρολόι αποκωδικοποιεί, ενώ τα άλλα 2 απλά "λειτουργούν ελεύθερα"). Ο χρόνος από την πλειοψηφία αυτών των τριών ρολογιών λαμβάνεται ως ο έγκυρος χρόνος (valid time). Αυτή η προσέγγιση προλαμβάνει μια απότομη μεταβολή ή μια στιγμιαία κορύφωση στο εισερχόμενο DCF κώδικα έτσι ώστε να μην καταστρέψει τον πραγματικό χρόνο.

3.2.8.5.2. Συγχρονισμός

Ο συγχρονισμός (ο οποίος χρησιμοποιείται με τα sync_mode 1 ή 2) λειτουργεί ως εξής:

Ένας συγκριτής φάσης απεικονίζει συνεχώς την διαφορά χρόνου μεταξύ της αλλαγής δευτερολέπτου του εσωτερικού ρολογιού και του εξωτερικού χρονικού σήματος (ένας εξωτερικός παλμός αναγνωρίζεται από μια υψηλή-χαμηλή μετάβαση). Οι τιμές διαφοράς χρόνου φιλτράρονται (εξομαλύνονται) και αποθηκεύονται μαζί με τα δεδομένα.

Αν έχει ανιχνευτεί μια μη μηδενική διαφορά χρόνου, ο εσωτερικός παλμός δευτερολέπτου μεταβάλλεται σε βήματα των 25 microseconds ανά second.

Εκτός από αυτήν την συνάρτηση μεταβολής φάσης, το ρολόι έχει επίσης και συνάρτηση ρύθμισης της συχνότητας. Η αλλαγή φάσης μεταξύ του εσωτερικού παλμού δευτερολέπτου και του εξωτερικού σήματος χρόνου απεικονίζεται συνέχεια (αυτή η τιμή φιλτράρεται επίσης έτσι ώστε να εξομαλύνονται παρασιτικές κορυφές). Η γραφική παράσταση του σφάλματος συχνότητας που προκύπτει χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει τη συχνότητα του TCXO.

Η τιμή διόρθωσης συχνότητας TCXO αποθηκεύεται σε διατηρούμενη μνήμη. Αν το εξωτερικό σήμα χρόνου είναι απών ή χαμηλής στάθμης, εφαρμόζεται η τιμή διόρθωσης συχνότητας που έχει αποθηκευτεί.

Εφόσον και η τιμή διόρθωσης συχνότητας και φάσης έχουν διέλθει από φίλτρα, απότομες αποκλίσεις μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών ρολογιών δε θα προκαλέσουν άμεση ενέργεια.

3.2.8.5.3. Παράμετροι ρολογιού

Παρακάτω αναφέρεται η ακριβής έννοια των παραμέτρων που σχετίζονται με το ρολόι και οι οποίες είναι προσβάσιμες μόνο από το Service Mode.

- **Jitter_limit**

Η παράμετρος Jitter_limit δηλώνει την μέγιστη επιτρεπτή jitter φάση του εξωτερικού παλμού χρόνου. Το Jitter_limit εισάγεται σε μονάδες των 25 microseconds.

Αν η φάση του εξωτερικού σήματος χρόνου jitters υπερβαίνει το Jitter_limit, το εξωτερικό σήμα χρόνου θεωρείται μη αποδεκτό και δεν επιχειρείται περαιτέρω συγχρονισμός.

- **Tau**

Η παράμετρος Tau δηλώνει τη "σταθερά χρόνου" του φίλτρου PLL. Μπορεί επίσης να τεθεί στην τιμή μηδέν, που σημαίνει ότι η συχνότητα TCXO παραμένει σταθερή και δεν επαναρυθμίζεται αυτόματα.

Η παράμετρος Tau μετράται σε seconds. Το φίλτρο PLL απαιτεί tau seconds για να αλλάξει τη ρύθμιση στο PLL από μια μέτρηση.

- **Dtau**

Η παράμετρος dtau δηλώνει την "σταθερά χρόνου" του φίλτρου εξομάλυνσης φάσης. Αυτό είναι το φίλτρο που φιλτράρει τη jitter φάση. Η έξοδος αυτού του φίλτρου χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει το κύκλωμα ολίσθησης φάσης.

Η αντιστοιχία μεταξύ του της γωνιακής συχνότητας του φίλτρου και της τιμής dtau είναι:

$$f(dtau) = \frac{\ln(1 - \frac{1}{dtau})}{(-2 * PI * s)}$$

όπου s είναι ο ρυθμός δειγματοληψίας (στην περίπτωσή μας, 1 sec). Αν γίνει σύγκριση αυτού του τύπου με τον τύπο της σταθεράς 'C' για το STA & LTA, παρατηρείται ότι το tau αντιστοιχεί με το 1/C.

- **Phase (Φάση)**

Η παράμετρος phase δηλώνει το μέγιστο σφάλμα φάσης (σε μονάδες των 25 microseconds). Το μετρούμενο σφάλμα φάσης πρέπει να είναι μικρότερο από αυτή την τιμή έτσι ώστε να ξεκινήσει η μέτρηση.

- **Drift**

Η παράμετρος drift (η οποία είναι read-only) δείχνει πόσες μονάδες (των 12.5 microseconds) το σύστημα χρόνου πρέπει να μεταβάλλει το εσωτερικό σήμα χρόνου, έτσι ώστε να ακολουθεί το εξωτερικό σήμα χρόνου.

- **PLL_value**

Η παράμετρος pll_value καθορίζει την συχνότητα του TCXO. Μια μέτρηση του pll_value αντιστοιχεί σε μια αλλαγή συχνότητας $55.0 \cdot 10^{-9}$ προσεγγιστικά. Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα του πώς χρησιμοποιείται η pll_value για τη βελτίωση του συστήματος χρόνου.

3.2.8.5.4. Τι πρέπει να γίνει στην περίπτωση λήψης μικρού σήματος χρόνου

Το πρόβλημα που ακολουθεί μπορεί να εμφανιστεί στην περίπτωση λήψης χαμηλής ή/και ασυνεχούς σήματος χρόνου. Αν δεν υπάρχει λήψη σήματος χρόνου για μεγάλο χρονικό διάστημα,

ο εσωτερικός χρόνος θα ολισθήσει κατά μια μικρή τιμή. Αν το εξωτερικό σήμα χρόνου επιστρέψει, το σύστημα θα προσέξει μια καθυστέρηση χρόνου και στη συνέχεια θα προσπαθήσει να το διορθώσει. Θα το πετύχει αυτό μεταβάλλοντας αρχικά το εσωτερικό σήμα χρόνου στη σωστή θέση και στη συνέχεια ρυθμίζοντας την συχνότητα TCXO (στην πραγματικότητα, η δραστική μεταβολή φάσης μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού σήματος χρόνου που συμβαίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα ερμηνεύεται ως ένα μεγάλο σφάλμα συχνότητας). Για μια συγκεκριμένη στιγμή, η TCXO συχνότητα θα ρυθμίζεται επομένως σε μια λανθασμένη τιμή. Αυτό καταρχήν δεν είναι πρόβλημα αν υπάρχει αρκετά μεγάλη περίοδος καλής λήψης σήματος χρόνου για να μπορούν όλα να τακτοποιηθούν σε κανονική κατάσταση. Αν, παρόλα αυτά η λήψη σήματος διακοπεί εκ νέου κατά την διάρκεια αυτής της κρίσιμης περιόδου, υπάρχει πιθανότητα το σύστημα να έχει σοβαρό πρόβλημα να επανασυγχρονιστεί.

Σε μια τέτοια περίπτωση, ο χειριστής θα πρέπει να ρυθμίσει την **pll_value** έτσι ώστε να μπορέσει το σύστημα να βρει τον σωστό συγχρονισμό πιο γρήγορα.

Η διαδικασία είναι η εξής: Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου καλής λήψης σήματος, θα μετρηθεί η ολίσθηση μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών σημάτων. Αν η pll_value είχε τεθεί σωστά από το σύστημα, δεν θα υπάρχουν ολισθήσεις. Η ολίσθηση που θα μετρηθεί μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά στην λανθασμένη ρύθμιση του PLL.

Παρακάτω ακολουθεί ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτή η διαδικασία (υποθέεται ότι το sync_mode είναι στην θέση 1 ή 2, και ότι υπάρχει καλή λήψη σήματος χρόνου):

- Ρυθμίζεται το tau στην τιμή μηδέν. Αυτό επιτρέπει αυτόματη ρύθμιση της συχνότητας TCXO.
- Αν εκτελείται αυτή η διαδικασία για πρώτη φορά, πρέπει να τεθεί η pll_value στην τιμή μηδέν. Αυτή είναι μια λογική τιμή εκκίνησης, διαφορετικά πρέπει να χρησιμοποιηθεί το αποτέλεσμα της προηγούμενης ρύθμισης ως τιμή εκκίνησης.
- Πρέπει να σημειωθεί η έξοδος της εντολής **drift** (π.χ. 120). Η απόλυτη τιμή δεν έχει σημασία (αργότερα θα αφαιρεθεί την δεύτερη τιμή από αυτήν)
- Επιβάλλεται αναμονή για αρκετό διάστημα, π.χ. 1 ώρα (πρέπει να υπάρχει καλή λήψη σήματος χρόνου κατά την διάρκεια αυτού του χρόνου)
- Πρέπει να σημειωθεί η έξοδος της εντολής drift ξανά (π.χ. 155). Τώρα υπάρχει η τελική τιμή.
- Αφαιρείται η δεύτερη από την πρώτη drift τιμή, πολλαπλασιάζουμε το αποτέλεσμα με 12.5 microseconds (π.χ. $155-120=35$; $35*12.5=437.5$ microseconds), οπότε είναι γνωστή η απόλυτη τιμή της ολίσθησης κατά την διάρκεια του πειράματος.

- Το σφάλμα συχνότητας του TCXO μπορεί τώρα να υπολογιστεί αν διαιρεθεί το αποτέλεσμα από τη διαφορά χρόνου σε seconds (π.χ. $437.5 \text{ Usec} / 3600 \text{ sec} = 120 \cdot 10^{-9}$).
- Η pll_value δύναται να υπολογιστεί διαιρώντας το αποτέλεσμα με το $55 \cdot 10^{-9}$ (π.χ. $120/55=2$ [ακέραιο μέρος]). Στο παράδειγμα αυτό η pll_value πρέπει να ελαττωθεί σε δύο μετρήσεις. Σημειώνεται ότι αυτός ο υπολογισμός είναι προσεγγιστικός. Πρώτον, η τιμή $55 \cdot 10^{-9}$ δεν είναι ακριβής και δεύτερον, το ακέραιο μέρος εισάγει κάποια σφάλματα.
- Σύμφωνα με το πόσο μικρή είναι η λήψη του σήματος χρόνου, πρέπει να αποφασιστεί αν αυτή η διαδικασία θα επαναλαμβάνεται από το χρήστη κατά καιρούς. Σε αυτή την περίπτωση, το tau πρέπει να είναι αριστερά στο μηδέν, έτσι ματαιώνεται η αυτόματη ρύθμιση της συχνότητας.

3.2.8.6. Binary data Format

Στη συνέχεια παρατίθενται πληροφορίες για το τρέχον Mars-88 Binary data Format που δύναται να ενδιαφέρουν τους προγραμματιστές οι οποίοι επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν το πρόγραμμα MARSDUMP με την επιλογή -b.

3.2.8.6.1. Ορολογία

Παρακάτω, ο όρος "word" ("λέξη") χρησιμοποιείται για να δηλώσει ένα 16-bit αντικείμενο δεδομένων, ο όρος ("μακρύ") χρησιμοποιείται για να δηλώσει ένα 32-bit αντικείμενο δεδομένων και ο όρος "byte" χρησιμοποιείται για να δηλώσει ένα 8-bit αντικείμενο δεδομένων. Αυτοί οι όροι είναι ανεξάρτητοι από μια συγκεκριμένη υλοποίηση υπολογιστή ή μεταγλωττιστή από αριθμητικές μορφοποιήσεις (formats).

Σημειώνεται ότι το "long" του τύπου δεδομένων της γλώσσας C θα ταίριαζε φυσιολογικά με την παρούσα έννοια "long". Παρόλα αυτά το "int" του τύπου δεδομένων της C δεν αντιστοιχεί απαραίτητα στην παρούσα λέξη "word". Σε πολλά μηχανήματα το "int" είναι ένα 32-bit αντικείμενο και πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο όρος "short" ως συνώνυμο για τον όρο "word".

Οι δεκαεξαδικοί αριθμοί γράφονται με ένα "0x" μπροστά. Έτσι, "0x10" είναι το δεκαεξαδικό 10 (το οποίο είναι το δεκαδικό 16).

3.2.8.6.2. Data block

Κάθε **Mars-88** block δεδομένων έχει μέγεθος 1024 bytes. Τα 24 bytes είναι οι πληροφορίες του τίτλου, και τα υπόλοιπα 1000 περιέχουν 500 words δεδομένων.

3.2.8.6.3. Setup block

Τα Setup blocks γράφονται πάντοτε ως αρχεία ASCII από το πρόγραμμα MARS DUMP. Έτσι, το εσωτερικό τους δυαδικό format δεν αναφέρεται εδώ.

3.2.8.6.4. Byte sex

Ο όρος "byte sex" δηλώνει τον τρόπο με τον οποίο τα 16- και 32-bit δεδομένα αποθηκεύονται στην byte-oriented μνήμη. Κάποιοι μικροεπεξεργαστές (π.χ. ο Motorola 680X0 series) είναι big-endian (που σημαίνει ότι το υψηλό byte μιας λέξης αποθηκεύεται πρώτα), ενώ άλλοι (π.χ. ο Intel 808X και 80X86 series) είναι little-endian (το χαμηλό byte μιας λέξης αποθηκεύεται πρώτα).

Τα δεδομένα Mars-88 αποθηκεύονται σε little-endian format. Έτσι, για να είναι δυνατόν να διαβαστούν σωστά σε μια μηχανή big-endian, η "word" (16 bits) και το "long" (32 bits) αντικείμενα δεδομένων πρέπει να μεταβληθούν στην σωστή σειρά byte.

3.2.8.6.5. Data block header

Ο data block header αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

Magic Number (μαγικός αριθμός)	Αυτός είναι ένας ακέραιος μεγέθους λέξης που περιέχει την ASCII αναπαράσταση των δύο χαρακτήρων '1' και 'e'. Αυτός ο μαγικός αριθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανακαλυφθεί αν το byte sex του υπολογιστή ταιριάζει το byte sex του Mars-88. Εσωτερικά, ο μαγικός αριθμός καθορίζεται ως '1' + ('e' << 8) (στην έννοια της γλώσσας C)
Block_format	Αυτός είναι ένας ακέραιος μεγέθους byte ο οποίος επί του παρόντος έχει την τιμή '1'. Αυτή η περιγραφή είναι έγκυρη για block format 1. Κάποια άλλη αλλαγή στο block format θα επηρεαστεί από μια αλλαγή σε αυτή

	την τιμή.
Data_format	Αυτός είναι ένας ακέραιος μεγέθους byte ο οποίος επηρεάζει το format των word δεδομένων. Η τιμή αυτού του αντικειμένου εξαρτάται από την μεταβλητή exponent. Η ακόλουθη περιγραφή του data format είναι έγκυρη μόνο για δεδομένα που καταγράφηκαν με το exponent να ισούται με την τιμή μηδέν. Σε αυτή την περίπτωση το data format θα είναι επίσης μηδέν.
Device ID	Αυτός είναι ένας αριθμός που περιέχει το ID του οργάνου Mars-88 το οποίο κατάγραψε τα δεδομένα. Στην πραγματικότητα, μόνο τα 16 λιγότερο σημαντικά bits χρησιμοποιούνται. Η πιο σημαντική λέξη πάντα περιέχει την τιμή "0x0001".
time	Αυτός είναι ένας ακέραιος που περιέχει τον αριθμό των seconds από την 1 ^η Ιανουαρίου του 1970. Σημειώνεται ότι αυτός είναι συμβατός με το time format που χρησιμοποιείται στις συναρτήσεις Unix ctime(3C). Έτσι, μπορεί να εφαρμοστούν οι C compiler's time conversion functions σε αυτό το αντικείμενο.
delta	Αυτός είναι ένας μεγέθους λέξης ακέραιος που περιέχει την τρέχουσα χρονική καθυστέρηση σε milliseconds.
Time mode	Αυτός είναι ένας μεγέθους λέξης ακέραιος που εκφράζει την τρέχουσα χρονική κατάσταση. Είναι μια bit mask της οποίας τα ατομικά της bits ερμηνεύονται ως εξής: 0x01: Sync_mode 0 (καθόλου συγχρονισμός) 0x02: Sync_mode 1 (συγχρονισμός με εξωτερικό σήμα χρόνου) 0x04: Sync_mode 2 (συγχρονισμός με DCF, αυτόματη ρύθμιση χρόνου) 0x10: DCF OK (ο χρόνος ελέγχεται από DCF)

	0x20: SYNC OK (το ρολόι είναι συγχρονισμένο) 0x80: TIME VALID (ο χρόνος είναι έγκυρος)
chno	Αυτός είναι ένας μεγέθους byte ακέραιος που εμφανίζει τον αριθμό του καναλιού αυτού του block
Samp_rate	Αυτός είναι ένας μεγέθους byte ακέραιος που εμφανίζει το λογάριθμο με βάση το 2 του ρυθμού δειγματοληψίας. Έτσι, αν αυτός περιέχει την τιμή 3, ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι 8 milliseconds.
maxamp	Αυτός είναι ένας μεγέθους λέξης ακέραιος που εμφανίζει το μέγιστο πλάτος που συναντάται σε αυτό το block. Είναι κωδικοποιημένος στο ίδιο format όπως τα δεδομένα στο data block.
scale	Αυτός είναι ένας μεγέθους byte ακέραιος που εμφανίζει το λογάριθμο με βάση το 2 της κλίμακας του ενισχυτή εισόδου. Αν αυτός περιέχει την τιμή 5, η κλίμακα εισόδου είναι IV/LSB
3 reserved	Τρία δεσμευμένα bytes συμπληρώνουν την data block επικεφαλίδα.

3.2.8.6.6. Data words

Οι 500 data words ανά block είναι κωδικοποιημένες ως 16-bit ακέραιοι (θεωρώντας το data format μηδέν)

❖ Data format με εκθέτες διαφορετικούς από το μηδέν

Αν η είσοδος data_format του block header περιέχει μια τιμή διαφορετική από το μηδέν, αυτό σημαίνει ότι οι λέξεις δεδομένων στο αντίστοιχο block πρέπει να ερμηνευτούν διαφορετικά. Η αντιστοιχία μεταξύ data_format και της ρύθμισης της μεταβλητής exponent είναι η εξής:

Data_format	Εκθέτης
-------------	---------

0	0
1	2
2	3
3	4

Παρακάτω ακολουθεί ένα τμήμα από ψευδοκώδικα σε γλώσσα C ο οποίος παρουσιάζει πώς γίνεται η μετατροπή δεδομένων με την μεταβλητή exponent στην τιμή 3 (π.χ. data_format ισούται με 2):

```
Int mantissa, exponent;
```

```
Int invalue; /* this is the data word as encoded in Mars-88 */
```

```
Long outvalue; /* this is the converted data word */
```

```
/*
```

```
* in our case, with an exponent width of 3, we use the
```

```
* bit mask 0x07. For expo=2, use 0x03; for expo=4, use
```

```
* 0x0f.
```

```
/*
```

```
mantissa = invalue & (á0x07); /* get mantissa out of invalue */
```

```
exponent = invalue & 0x07 ; /* get exponent out of invalue */
```

```
/*
```

```
* And now the formula to convert mantissa and exponent back
```

```
* into a linear 32-bit word
```

```
*/
```

```
outvalue = (long)mantissa << (16-exponent);
```

Η 32-bit λέξη που προκύπτει μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής: Θεωρείται ότι η κλίμακα θέτεται έτσι ώστε ένα LSB να αντιστοιχεί σε 2 microvolts. Η 32-bit λέξη καθορίζεται έτσι ώστε το bit #16 (με τα bits να αρχίζουν να μετράνε από το μηδέν) τώρα να αντιστοιχεί σε 3 microvolts. Με άλλα λόγια, η "plain" 16-bit λέξη ολισθαίνει αριστερά 16 bits. Στην πραγματικότητα, ο εκθέτης της

μορφοποίησης δεδομένων αυξάνει μόνο στην χαμηλότερη άκρη (οι μικρότεροι αριθμοί είναι τώρα αντιπροσωπευτικοί).

Για να γίνει σύγκριση μεταξύ των δεδομένων που καταγράφηκαν με `expro=0` και αυτών με `expro` διάφορο του μηδενός, τα τελευταία πρέπει να διαιρεθούν με το 65536. Το αποτέλεσμα στη συνέχεια θα είναι ένας αριθμός κινητής υποδιαστολής (αν γίνει η διαίρεση με ακέραιο αριθμητικό, η αύξηση στο δυναμικό επίπεδο την οποία είχαμε από το "expro" data format θα χαθεί ξανά).

MARS-88 Y2K update: EPROM changing instructions

1 Introduction

In order to achieve full Y2K (year 2000) compliance for **MARS-88**, one EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) chip needs to be exchanged. This text describes the necessary steps.

The procedure described in this document is identical for all versions of **MARS-88**, i.e. it applies to **/FD, /OD, and /MC** models alike.

Tools you need

You will need the following tools and assets:

- * A new EPROM M88/CPU_D V2.3
- * A workplace suitable for CMOS work
- * A 4 mm hex screwdriver
- * A small (3-4 mm) flat-blade screwdriver
- * Some practical experience with the tools of the trade



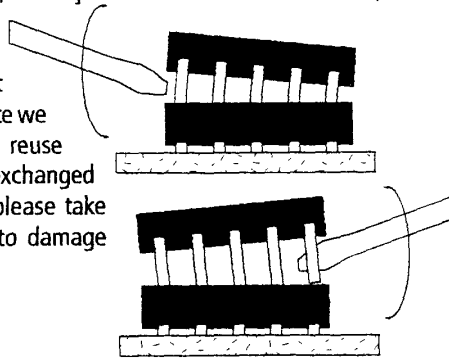
3 Pull out the CPU board

Now you need to identify the CPU board. All **MARS-88** boards have a colour-coded removal lever that aids in pulling the board out. In addition, there are labels identifying the board. You need to remove the board labeled CPU 352-0002 (or -0002a) which has a green label. Pull the loose end of the lever towards you to free the board from the card cage, then pull it all the way out and place it flat on a mat of conductive foam.



5 Remove the EPROM

Using the flat-blade screwdriver, gently wiggle the EPROM out of its socket. Please do not use any extra force. Also, do not just work one side of the socket, otherwise the EPROM pins might bend. Since we want to reuse the exchanged EPROM, please take care not to damage it.



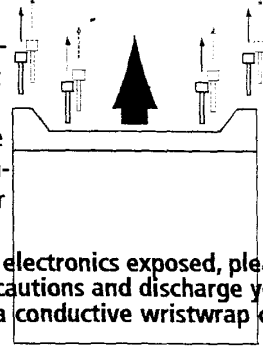
7 Reassemble the unit

Congratulations! After having made sure that all pins are firmly seated in the socket receptacles, and that no pins are bent or otherwise damaged, insert the CPU board back into its slot (make sure that the board is pushed in all the way, so that the release lever can be put back into its fully flat position). Then, put the cover back on. Do not apply excessive torque to the eight hex screws as this may damage or even break the threads.

Open up your MARS-88

To open **MARS-88**, first make sure that power is turned off, and remove all external cable connections. Set the unit on its back so that the front panel faces up (see sketch).

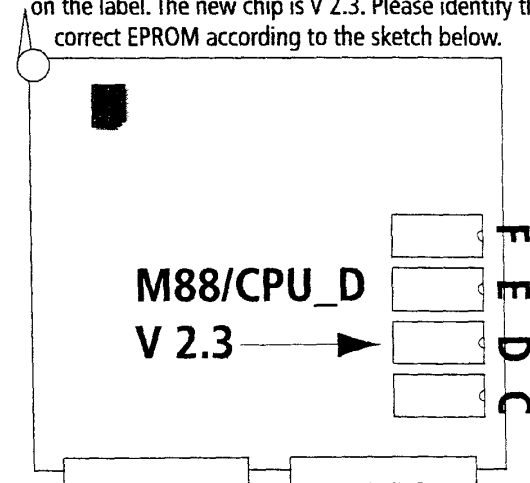
Using the hex screwdriver, open the eight screws that hold the top lid in place. Taking the top lid by the two handles, pull off the cover towards you.



At this point, with the electronics exposed, please do take the usual precautions and discharge yourself! Better still, use a conductive wristwrap connected to ground.

Identify the EPROM to change

Now that you have the CPU board in front of you, identify the EPROM chips. They all have silver computer-printed labels. The chip you need is labeled M88/CPU_D. Additionally there is some version information imprinted on the label. The new chip is V 2.3. Please identify the correct EPROM according to the sketch below.



Insert the new EPROM

taking great care that the notch on the EPROM chip and the notch on the socket match! Also, be careful not to bend any pins.



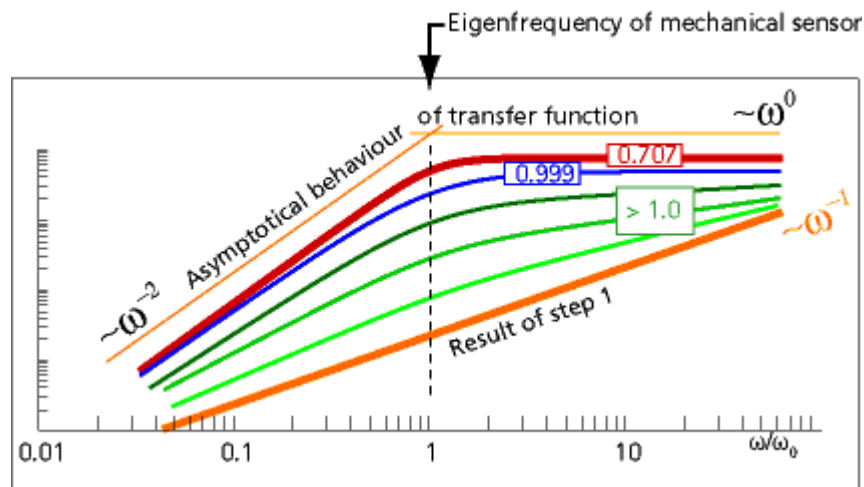
Yes, this sketch is out of scale... don't even start counting the holes :-)

Finally, thank you for your cooperation!

3.3.1. Πώς λειτουργούν τα σεισμόμετρα Lennartz

Η βασική αρχή λειτουργίας των σεισμόμετρων Le-1D, Le-3D, Le-3D/5s Le-3D/20s είναι όμοια. Είναι η διαδικασία μετατροπής ενός χαμηλής ποιότητας γεωφώνου σε ένα υψηλής ακρίβειας μεγάλο εύρους σεισμόμετρο. Λειτουργεί σε 2 στάδια:

Στάδιο 1: χρησιμοποιώντας ένα κανονικό ηλεκτροδυναμικό γεώφωνο, εφαρμόζεται η προσομοίωση αρνητικής αντίστασης απόσβεσης για την υπερ-απόσβεση των ταλαντώσεων του αισθητήρα, αποδίδοντας την καμπύλη απόκρισης η οποία είναι ανάλογη της επιτάχυνσης για ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

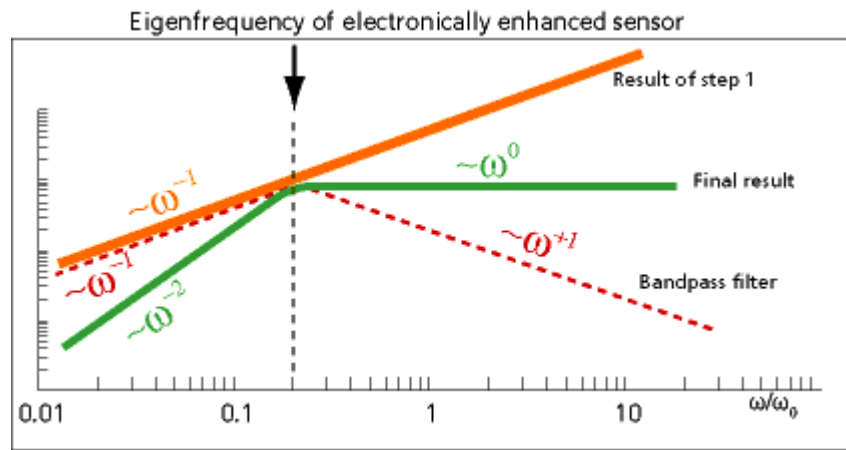


Σχήμα 59: ιδιοσυχνότητα μηχανικού αισθητήρα (<http://www.lennartz-electronic.de>)

Η κόκκινη καμπύλη δείχνει την συνάρτηση της ταχύτητας μεταφοράς ενός συμβατικού ηλεκτροδυναμικού γεωφώνου, που αποσβένει στην συνήθη τιμή του 0.707 οριακά. Η μπλε καμπύλη δείχνει την οριακή αποσβενόμενη συμπεριφορά. Για τιμές του συντελεστή απόσβεσης >1 , η καμπύλη απόκρισης πλησιάζει την επιθυμητή συμπεριφορά η οποία είναι ανάλογη του ω^{-1} .

Η υπερ-απόσβεση αντιστοιχεί σε ένα κύκλωμα ανάδρασης, διατηρώντας τη μάζα του γεωφώνου σταθερή. Η πρωτοτυπία στο σημείο αυτό συνίσταται είναι ότι δεν υπάρχει ανάγκη ενός επιπλέον ρυθμιστικού πηνίου για να παρέχει την ανάδραση.

Όταν η καμπύλη μεταφοράς έχει γίνει πεπλατυσμένη όπως αυτή, τότε βασικά έχουμε ένα επιταχυνσιόμετρο. Για να επιστρέψουμε πίσω στην ταχύτητα πρέπει να εφαρμόσουμε ένα ζωνοπερατό φίλτρο, το οποίο είναι ανάλογο του ω^{+1} όταν είναι κάτω από την επιθυμητή ιδιοσυχνότητα και ανάλογο του ω^{-1} όταν είναι πάνω από αυτή:



Σχήμα 60: ιδιοσυχνότητα ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενου αισθητήρα (<http://www.lennartz-electronic.de>)

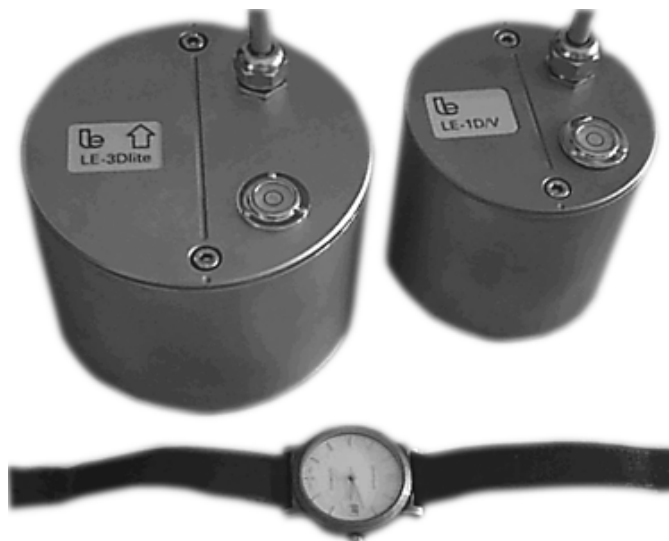
Η επιλογή της κεντρικής συχνότητας του ζωνοπερατού φίλτρου καθορίζει την εικονική ιδιοσυχνότητα του ηλεκτρονικά βελτιωμένου σεισμομέτρου. Στο παραπάνω παράδειγμα έγινε επιλογή του 1/5 της φυσικής ιδιοσυχνότητας. Αυτό δύσκολα ανταποκρίνεται στην πραγματική κατάσταση του LE-3D όπου η εικονική ιδιοσυχνότητα είναι 1Hz, ενώ η πραγματική ιδιοσυχνότητα είναι 4.5Hz.

3.3.2. LE-3D: 1Hz.....80Hz εύρος ζώνη

Ο LE-3D θεωρείται ένας από τους πιο εύρηστους αισθητήρες 1Hz. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του:

- Πολύ συμπαγής και ελαφρύς
- Δεν χρειάζεται να κλειδώνεται μηχανικά ο αισθητήρας πριν την μεταφορά του
- Το ίδιο ισχύει και για τα ηλεκτρικά μικροκυκλώματα πριν την μεταφορά
- Μπορεί να μεταφερθεί προς οποιονδήποτε προσανατολισμό
- Είναι έτοιμο να λειτουργήσει μέσα σε λίγο χρονικό διάστημα
- Υπερβολικά μικρή κατανάλωση ενέργειας
- Οι ρυθμιζόμενοι ενισχυτές εγγυώνται όμοια 400V/m/s ζωνοπερατή απόκριση και στα τρία στοιχεία και μεταξύ οργάνων, επομένως λιγότερο θόρυβο κατά τη διάρκεια επεξεργασίας δεδομένων διότι δεν είναι ανάγκη να διατηρούμε μια εγγραφή για το ποιο σεισμόμετρο συνδέθηκε με ποιον ψηφιοποιητή και σε ποιο χρόνο.
- Πολύ λιγότερη ευαισθησία στη μη-ορθή οριζοντίωση από ότι άλλες ισοδύναμες λιγότερο μηχανικά εξελιγμένες συσκευές

- Εσωτερικά αποσβενόμενα κυκλώματα με χαμηλής εμπέδησης έξοδο, μπορούν να οδηγήσουν μεγάλου μήκους καλώδια (>100m) χωρίς αισθητή απώλεια στην απώλεια του σήματος.



Σχήμα 61: LE-3D με 1Hz.....80Hz εύρος ζώνη (<http://www.lennartz-electronic.de>)

3.3.3. Συνδετής

Αυτός ο τύπος σεισμομέτρου χρησιμοποιεί τον συνδετή 10-pin Cannon KPTC αρσενικό. Αυτόν τον συνδετή τον συναντάμε στο τέλος του 1.5m καλωδίου το οποίο είναι μόνιμα προσκολλημένο στο όργανο.

- Αυτός ο συνδετής έχει επιλεγθεί για απευθείας χρήση με τους ψηφιοποιητές Lennartz (Mars-88 και Marslite).



Σχήμα 62: συνδετής 10-pin Cannon KPTC (<http://www.lennartz-electronic.de>)

3.3.4. Βαθμονόμηση

Οι μηχανικοί αισθητήρες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε ένα ενσωματωμένο ρυθμιστικό πηνίο (το οποίο δυστυχώς τους προσθέτει όγκο και βάρος). Θεωρώντας όλα τα πράγματα τα οποία μπορούν να φθαρούν με τη πάροδο του χρόνου μέσα σε ένα μηχανικό αισθητήρα, μια περιοδική επαναρύθμιση όντως έχει νόημα εδώ.

Δεν είναι έτσι όμως για τους LE-xD αισθητήρες. Αυτά τα σεισμόμετρα βαθμονομούνται αποκλειστικά από τον κατασκευαστή σε έναν σεισμολογικό εξομοιωτή (κινούμενο τράπεζα), έχοντας 1% ανοχή της συνάρτησης μεταφοράς. Δεδομένης της μακρόχρονης εμπειρίας του κατασκευαστή με αισθητήρες, η περιοδική επαναρύθμιση δεν είναι απαραίτητη. Επομένως, δεν υπάρχει πραγματικά ενσωματωμένη διαδικασία βαθμονόμησης.

Υπάρχει όμως μια ηλεκτρονική διαδικασία βαθμονόμησης. Τοποθετώντας ένα pin από τον δέκα πόλων συνδετή στη γείωση, ένα ενσωματωμένο κύκλωμα ενεργοποιεί ένα εξομοιωμένο «ανελκυστήρα», το οποίο έχει ως αποτέλεσμα ένα σήμα εξόδου που είναι παρόμοιο με τη βηματική απόκριση του μηχανικού αισθητήρα. Αυτή την απόκριση μπορούμε να την παρακολουθούμε συνέχεια και πιθανές αλλαγές στον αισθητήρα μπορούν να εντοπιστούν θεωρητικά με αυτή τη μέθοδο.

Επισημαίνεται όμως ότι ο κατασκευαστής διαβεβαιώνει ότι στην υπερδεκαετή εμπειρία του, ποτέ δεν έγινε δοκιμή σε αισθητήρα και να βρεθεί ότι έχει παρεκκλίνει από τις αρχικές προδιαγραφές του.

Technical specifications (Τεχνικά χαρακτηριστικά) for LE-3D Seismometer

Power supply	10...16 V DC unstabilized
Power consumption	approx. 8 mA @ 12 V
Output voltage	400 V/m/s, precisely adjusted on all components
Damping	0.707 critical, provided internally (not dependent on input resistance of digitizer)
Dimensions	95 mm diameter, 65 mm height
Weight	1.8 kg
Temperature range	-15 to +35 °C, optionally 0 to +50 °C

Housing	Stainless steel, matted surface, splash proof, with level adjustment feet and water bubble level control
Eigenfrequency	1 Hz
Upper corner frequency	> 80 Hz
RMS noise at 1 Hz	< 3 nm/s

3.4. Δέκτης κώδικα χρόνου GPS/DCF (GPS/DCF Time Code Receiver)

Ο Δέκτης κώδικα χρόνου (GPS/DCF) αποτελεί απαραίτητη παρελκόμενη διάταξη για τους σεισμολογικούς σταθμούς Mars-88 του οίκου Lennartz που για τον διαρκή συγχρονισμό του εσωτερικού ρολογιού τους με τον πραγματικό χρόνο (UTC) απαιτούν κώδικα χρόνου σύμφωνα με τον DCF-77. Με τη συσκευή αυτή, τέτοιου είδους όργανα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε στον κόσμο και δεν περιορίζονται στο εύρος λήψης του DCF-77.

Ο DCF-77 είναι ένας ραδιο-εκπομπός μεγάλου μήκους κύματος (συχνότητας φέροντος 77.5kHz) που είναι τοποθετημένος κοντά στην Φρανκφούρτη της Γερμανίας. Εκπέμπει πληροφορία χρονισμού με μια σειρά βραχέων (100ms) και μακρών (200ms) παλμών. Η πληροφορία χρονισμού κωδικοποιείται με κώδικα BCD. Ένα χαρακτηριστικό του DCF κώδικα χρόνου είναι ότι λείπει το δευτερόλεπτο με αριθμό 59 (ένα δευτερόλεπτο πριν συμπληρωθεί το λεπτό).

Ανάλογα με το μέγεθος και την ποιότητα της κεραίας λήψης, ο κώδικας χρόνου DCF μπορεί να ληφθεί σε απόσταση μέχρι 2000km από την Φρανκφούρτη. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η λήψη είναι γενικά καλύτερη, αυξάνοντας έτσι την μέγιστη απόσταση στα 3000km. Εκτός αυτού του εύρους δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όργανα που εξαρτώνται αποκλειστικά από τον κώδικα χρόνου DCF.

Με την ανακάλυψη των GPS (Global Positioning Systems), έγινε πλέον πραγματικότητα η παγκόσμια διαθεσιμότητα χρονισμού υψηλής ακρίβειας. Δυστυχώς, υπάρχει ένα γενικό πρότυπο για την αποκωδικοποίηση του σήματος χρόνου του GPS. Εκτός από το πρότυπο NMEA-0183, υπάρχουν πάρα πολλοί κώδικες οι οποίοι ποικίλουν αναλόγως τον προμηθευτή του GPS. Γι' αυτό το λόγο, ένα όργανο δεν μπορεί να παρέχει μια γενική είσοδο σήματος χρόνου GPS που να χρησιμοποιείται με ένα οποιουδήποτε τύπου δέκτη GPS. Επιπλέον, όλα τα παλαιότερα όργανα (πριν την δεκαετία του '90) δεν έχουν καν είσοδο για σήμα χρόνου GPS.

Ο δέκτης GPS/DCF 280-0009 ξεπερνά αυτό το πρόβλημα συνδυάζοντας την νέα τεχνολογία των GPS με την παλαιότερη DCF τεχνολογία. Είναι συγχρόνως ένας εμπορικός δέκτης GPS και ένας ειδικά προγραμματισμένος μικροελεγκτής, ο οποίος αποτιμά την έξοδο του δέκτη GPS και παράγει κώδικα DCF για την έξοδο. Με αυτό τον τρόπο, σε μια διάταξη συνδυάζονται οι δύο αυτές συστατώσες, συνδέοντας εξωτερικά μόνο την GPS κεραία και την τροφοδοσία 12V.

Η ακρίβεια που αναμένεται είναι 20m οριζοντίως, που όμως μπορεί και να φτάσει και τα 100m (95% του χρόνου), λόγω της επιλεκτικής διαθεσιμότητας (SA, Selective Availability). Η κάθετη ακρίβεια είναι περίπου 1.5 φορές χειρότερη από την οριζόντια, λόγω της γεωμετρίας των δορυφόρων (οι δορυφόροι είναι πιθανότερο να βρίσκονται κοντά στον ορίζοντα, παρά ακριβώς υπερκείμενα).

Technical data

Dimensions (Receiver box)	175mm x80mm x56mm
Weight (Receiver box)	650gr
Power Supply	+12V DC nominal (9..16V permissible)
Power consumption	240mA @ 12V typical

4. Βάση Δεδομένων

4.1. Εισαγωγή

Βάση Δεδομένων είναι μια συλλογή από εγγραφές και αρχεία (συλλογή πληροφοριών) σχετικά με ένα ορισμένο θέμα ή επιχειρησιακή εφαρμογή. Οι βάσεις δεδομένων οργανώνουν τις πληροφορίες αυτές με λογική δομή έτσι ώστε να διευκολύνεται η προσπέλαση και η αναζήτησή τους.

Ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (database management system ή DBMS) έχει σαν σκοπό την οργάνωση και διαχείριση των αρχείων μιας επιχείρησης με την βοήθεια Η/Υ. Για παράδειγμα, μια εταιρία χονδρικής πώλησης, φυσιολογικά θα χρησιμοποιούσε ένα DBMS για να κρατάει αρχεία σχετικά με τις πωλήσεις της, ενώ ένα Πανεπιστήμιο θα χρησιμοποιούσε ένα DBMS για να κρατάει αρχεία σχετικά με τους φοιτητές του (βαθμολογίες, δίδακτρα, κλπ). Επίσης, όλες οι αεροπορικές εταιρείες χρησιμοποιούν DBMS για να διαχειρίζονται στοιχεία όπως πτήσεις και κρατήσεις θέσεων.

Ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS) είναι δυνατόν να ασχολείται με περισσότερες από μία βάσεις δεδομένων κάθε στιγμή. Για παράδειγμα, ένα Πανεπιστήμιο μπορεί να διατηρεί μια βάση για τους εγγεγραμμένους φοιτητές και μια δεύτερη για τα βιβλία που υπάρχουν στην βιβλιοθήκη. Τότε διαφορετικοί χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις δύο βάσεις δεδομένων μέσω του ίδιου συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες προσεγγίσεις για την δόμηση πρόσβασης στις πληροφορίες μιας βάσης δεδομένων. Ιστορικά, δύο από αυτές παρείχαν ότι αργότερα αναγνωρίστηκε ως "διακριτά μοντέλα δεδομένων για τη δόμηση πληροφοριών":

- το "Ιεραρχικό Μοντέλο" (Hierarchical Model) στα τέλη της δεκαετίας του '60 και
- το "Δικτυακό Μοντέλο" (Network Model) στις αρχές της δεκαετίας του '70.

Υπάρχει φυσικά και το "Σχισιακό Μοντέλο" (Relational Model) το οποίο χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο και ο λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο φαίνεται τόσο από την μελέτη του, όσο και από την σύγκριση που γίνεται στη συνέχεια μεταξύ αυτού και των άλλων δύο μοντέλων.

4.2. Σχισιακό Μοντέλο

Το μοντέλο δεδομένων που χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο για προϊόντα συστημάτων βάσεων δεδομένων είναι το σχεσιακό μοντέλο, το οποίο παρέχει μεγάλη ευελιξία και επιτρέπει σε μη-προγραμματιστές να δημιουργούν γενικά ερωτήματα γρήγορα και εύκολα με τα οποία μπορούν να ανακτούν από μια βάση δεδομένων τις πληροφορίες που επιθυμούν. Ένα

σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS) που κάνει χρήση του σχεσιακού μοντέλου, είναι γνωστό σαν σχεσιακό DBMS ή RDBMS, αν και συχνά λέμε απλά DBMS ή σύστημα βάσεων δεδομένων και εννοούμε RDBMS.

Στο σχεσιακό μοντέλο τα δεδομένα αποθηκεύονται χωριστά σε πίνακες και κατόπιν συνδέονται ή σχετίζονται με κοινά πεδία του κάθε πίνακα. Η σύνδεση πινάκων μας βοηθά να δημιουργήσουμε ένα εξεζητημένο σύστημα βάσης δεδομένων και διευκολύνει στη διαχείριση των πληροφοριών. Κάθε σύνδεση ανάμεσα σε δύο πίνακες ονομάζεται σχέση (relationship). Μπορούμε να έχουμε μία αμφιμονοσήμαντη σχέση (ένα-προς-ένα), στην οποία μια εγγραφή ενός πίνακα σχετίζεται με μια εγγραφή σε έναν άλλο πίνακα μέσω ενός κοινού πεδίου. Υπάρχουν και άλλα είδη σχέσεων, όπως μονοσήμαντη (ένα-προς-πολλά) και πολυσήμαντη (πολλά-προς-πολλά), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πιο εξελιγμένες εφαρμογές.

Το σχεσιακό μοντέλο, το οποίο αναπτύχθηκε σαν αποτέλεσμα των αναγνωρισμένων αδυναμιών (ατελειών) των ιεραρχικών και δικτυακών DBMS, παρουσιάστηκε από τον Codd το 1970 σε ένα άρθρο του που εκδόθηκε στο περιοδικό "Communications of the ACM". Ένα μεγάλο μέρος από την πρακτική αξία του σχεσιακού μοντέλου βρίσκεται στην ισχυρή θεωρητική βάση του. Ο Codd πίστεψε πως ένα μοντέλο με τεκμηριωμένη θεωρητική βάση θα έλυne τα περισσότερα από τα πρακτικά προβλήματα που ενδεχομένως θα μπορούσαν να προκύψουν.

Σε ένα άλλο άρθρο του, ο Codd αναπτύσσει την υπόθεση της υιοθέτησης του σχεσιακού μοντέλου αντί των άλλων μοντέλων βάσεων δεδομένων και υπάρχουν τρεις λόγοι στους οποίους στηρίζεται αυτό το επιχείρημα. Πρώτον, τα άλλα μοντέλα αναγκάζουν τον προγραμματιστή εφαρμογών να κωδικοποιεί σε ένα χαμηλό και λεπτομερέςτατο επίπεδο δόμησης (at a low level of structural detail). Σαν αποτέλεσμα, τα προγράμματα εφαρμογών είναι πολύ πιο πολύπλοκα και απαιτούν περισσότερο χρόνο τόσο για το γράψιμο, όσο και για την εκσφαλμάτωσή τους. Δεύτερον, δεν παρέχονται οι δυνατότητες για την ταυτόχρονη επεξεργασία πολλών εγγραφών. Στο σχεσιακό μοντέλο, όπου κάτι τέτοιο είναι εφικτό, τα ερωτήματα μπορούν να εκφραστούν πολύ πιο περιληπτικά (και φυσικά πολύ πιο γρήγορα). Τρίτον, το σχεσιακό είναι το μοναδικό μοντέλο, το οποίο μέσω μιας γλώσσας ερωτημάτων όπως η SQL (Structure Query Language), αναγνωρίζει την ανάγκη των προγραμματιστών να δημιουργούν ερωτήματα εύκολα και κυρίως γρήγορα.

4.2.1. SQL (Structure Query Language)

Η SQL δημιουργήθηκε στα εργαστήρια ερευνών της IBM και χρησιμοποιείται ευρέως ως γλώσσα σχεσιακών βάσεων δεδομένων. Τόσο το Αμερικανικό Ινστιτούτο Τυποποίησης (American National Standards Institute - ANSI) όσο και ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International

Organization for Standardization - ISO) έχουν επιλέξει την SQL ως την πρότυπη γλώσσα για αυτά τα συστήματα μια και οι δυνατότητές της είναι ουσιώδεις για την διαχείριση των δεδομένων σ' ένα κόσμο που εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από την τεχνολογία των σχεσιακών βάσεων δεδομένων.

Πρόκειται για μία πλήρη γλώσσα βάσεων δεδομένων. Χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων, τη δημιουργία απόψεων (views) και τον καθορισμό ερωτημάτων. Επιπλέον, επιτρέπει την εισαγωγή, ανανέωση και διαγραφή εγγραφών. Κατά την ορολογία των βάσεων δεδομένων, πρόκειται τόσο για μια γλώσσα ορισμού δεδομένων (data definition language – DDL) όσο και μια γλώσσα διαχείρισης δεδομένων (data manipulation language - DML). Ωστόσο, δεν είναι μια πλήρης γλώσσα προγραμματισμού όπως η COBOL και η C. Εφόσον όμως οι εντολές της SQL μπορούν να ενσωματωθούν σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού, χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με αυτές τις γλώσσες για τη δημιουργία προγραμμάτων εφαρμογών. Οι ενσωματωμένες εντολές της SQL χειρίζονται την επεξεργασία των βάσεων δεδομένων, ενώ οι εντολές της γλώσσας προγραμματισμού εκτελούν τις απαραίτητες ενέργειες για την ολοκλήρωση της εφαρμογής.

4.2.2. Πρωτεύων Κλειδί (Primary Key)

Ένας πίνακας, όπως θα δούμε και παρακάτω, είναι ένα σύνολο σχετιζόμενων πληροφοριών (περιέχει πληροφορίες για ένα συγκεκριμένο θέμα). Περιέχει πεδία (fields) στα οποία αποθηκεύονται τα διαφορετικά είδη πληροφοριών και εγγραφές (records) που συλλέγουν όλες τις πληροφορίες για μια συγκεκριμένη περίπτωση του θέματος.

Σε κάθε πίνακα μιας βάσης δεδομένων δημιουργούμε ένα πρωτεύων κλειδί, το οποίο είναι ένα πεδίο που περιέχει μία μοναδική τιμή για κάθε εγγραφή του πίνακα. Έτσι, δεν υπάρχουν δύο εγγραφές που να έχουν την ίδια τιμή για τα πρωτεύοντα κλειδιά τους, διότι η ανάθεση ενός πρωτεύοντος κλειδιού μας διασφαλίζει ότι δεν θα καταχωρήσουμε την ίδια πληροφορία για το πεδίο του περισσότερες από μία φορές σε έναν πίνακα, μια και η διπλή καταχώρηση δεν θα γίνει αποδεκτή. Ειδικά στην Access, ένα από τα πιο δημοφιλή προγράμματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων, δημιουργείται αυτόματα ένα ευρετήριο για τα πρωτεύοντα κλειδιά, κι έτσι μπορεί εύκολα και γρήγορα να γίνει αναζήτηση πληροφοριών και ταξινόμηση πινάκων, βασισμένη στα πεδία τους.

4.2.3. Σχεσιακοί Κανόνες (Relational Rules)

Στο σχεσιακό μοντέλο υπάρχουν κάποιοι κανόνες που ορίζουν το πώς θα πρέπει να γίνεται η δόμηση πινάκων και περιορίζουν κάποιες πιθανές λειτουργίες ανάκτησης δεδομένων. Σκοπός αυτών των κανόνων είναι να υποδείξουν στις ποικίλες προσφορές εμπορικών προϊόντων κάποιες περιοχές τυποποίησης, έτσι ώστε ο σχεδιασμός βάσεων δεδομένων να είναι ίδιος για όλα τα προϊόντα. Είναι οι ακόλουθοι:

- 1ος Κανόνας: “Πρώτη Κανονική Μορφή”

Στον ορισμό πινάκων, το σχεσιακό μοντέλο δεν επιτρέπει να υπάρχουν πεδία οποιασδήποτε εγγραφής με παραπάνω από μία τιμές (ή αλλιώς επαναλαμβανόμενα πεδία). Αποτελεί το πρώτο βήμα της κανονικοποίησης που θα δούμε στη συνέχεια.

- 2ος Κανόνας: “Πρόσβαση σε κάποια εγγραφή μόνο μέσω των περιεχομένων της”

Μπορούμε να ανακτήσουμε δεδομένα από κάποια εγγραφή μέσω των τιμών κάποιων πεδίων της και όχι μέσω της σειράς με την οποία περάστηκε στη βάση δεδομένων. Η σειρά αυτή είναι άνευ σημασίας.

- 3ος Κανόνας: “Μοναδικές εγγραφές”

Ο τρίτος κανόνας, λέει ότι δύο εγγραφές σ’ έναν πίνακα δεν πρέπει να έχουν τις ίδιες τιμές για όλα τα πεδία τους. Αυτό συμβαίνει, επειδή κάθε εγγραφή πρέπει να ξεχωρίζει από όλες τις άλλες για να μπορεί να ανακτηθεί με βάση τις τιμές των πεδίων της από κάποιο ερώτημα.

4.2.4. Κανονικοποίηση (Normalization)

Η κανονικοποίηση είναι μία βήμα-προς-βήμα αντιστρέψιμη μέθοδος για τη μετατροπή μιας (μη-κανονικοποιημένης) σχέσης, σε άλλες σχέσεις με απλούστερες δομές. Εφόσον μάλιστα πρόκειται για αντιστρέψιμη μέθοδο, δεν υπάρχει κίνδυνος να χαθούν κάποιες πληροφορίες κατά τη διάρκεια της μετατροπής, ενώ τα οφέλη που αποκομίζουμε από τη χρήση της μεθόδου αυτής είναι η αντιμετώπιση του προβλήματος της “σπατάλης χώρου” στη βάση δεδομένων μας και φυσικά η δημιουργία πιο απλών και αποδοτικών σχέσεων. Οι τέσσερις κανόνες της κανονικοποίησης είναι οι εξής:

- 1ος Κανόνας: “Μοναδικότητα Πεδίων”

Σύμφωνα με τον πρώτο κανόνα, “κάθε πεδίο κάποιου πίνακα πρέπει να περιέχει ένα μοναδικό είδος πληροφοριών”. Πρόκειται για τον πρώτο από τους σχεσιακούς κανόνες που διατυπώθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

- 2ος Κανόνας: “Πρωτεύοντα Κλειδιά”

Σε ένα σωστό σχεδιασμό σχεσιακής βάσης δεδομένων, κάθε εγγραφή οποιουδήποτε πίνακα πρέπει να είναι μοναδική. Αυτό σημαίνει πως δεν πρέπει να υπάρχουν δύο γραμμές σ' έναν πίνακα που μπορεί να είναι ίδιες. Επομένως, "κάθε πίνακας πρέπει να έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό, ή πρωτεύον κλειδί, που να αποτελείται από ένα ή περισσότερα πεδία του".

- 3ος Κανόνας: "Λειτουργική Εξάρτηση"

Εφόσον έχουμε πρωτεύον κλειδί σε κάθε πίνακα, μπορούμε να κάνουμε έναν έλεγχο για να βεβαιωθούμε ότι έχουμε συμπεριλάβει όλες τις σχετικές πληροφορίες με το θέμα του πίνακα. Για να χρησιμοποιήσουμε την ορολογία της θεωρίας σχεδιασμού σχεσιακών βάσεων δεδομένων, θα πρέπει να ελέγξουμε αν κάθε πεδίο είναι εξαρτημένο λειτουργικά (functionally dependent) από το πρωτεύον κλειδί. Επομένως, "για κάθε μοναδική τιμή πρωτεύοντος κλειδιού πρέπει να υπάρχει μία και μόνο μία τιμή σε οποιαδήποτε από τις στήλες δεδομένων, η οποία θα είναι σχετική με το θέμα του πίνακα".

- 4ος Κανόνας: "Ανεξαρτησία Πεδίων"

Ο τελευταίος κανόνας ελέγχει για πιθανά προβλήματα όταν κάνουμε αλλαγές στα δεδομένα των πινάκων. Σύμφωνα με αυτόν, "Πρέπει να μπορούμε να κάνουμε αλλαγές σε κάποιο πεδίο (που δεν περιλαμβάνεται στο πρωτεύον κλειδί) χωρίς να επηρεάζεται κάποιο άλλο".

4.3. Ιεραρχικό Μοντέλο (Hierarchical Model)

Σε αντίθεση με το σχεσιακό μοντέλο, το ιεραρχικό δεν ξεκίνησε σαν ερευνητικό έργο σε κάποιο εργαστήριο. Οφείλει την ύπαρξή του στην ανάγκη των αμερικανικών διαστημικών προγραμμάτων για ταχύτατη πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες συσσωρευμένων δεδομένων. Συγκεκριμένα, οι μηχανικοί έπρεπε να μπορούν να διαχειρίζονται δεδομένα τα οποία περιέγραφαν εκατομμύρια τμήματα συσχετισμένα ιεραρχικά μεταξύ τους, κι έτσι το μοντέλο αυτό προέκυψε από την ανάγκη εξεύρεσης λύσης σε ένα εξαιρετικά σημαντικό πρόβλημα διαχείρισης δεδομένων.

Η βασική δομή του ιεραρχικού μοντέλου είναι μία ιεραρχία σχέσεων σε μορφή δέντρου. Η μορφή αυτή προκύπτει από την "ένα-προς-πολλά" σχέση (που ονομάζεται γονέας-παιδί σ' αυτήν την περίπτωση). Έτσι, ένας γονέας μπορεί να έχει πολλά παιδιά, αλλά ένα παιδί μπορεί να έχει μόνο έναν γονέα. Η δομή αυτή λοιπόν όταν σχεδιαστεί μοιάζει με δέντρο, αν και τις περισσότερες φορές η ρίζα είναι στην κορυφή.

Η κυριότερη διαφορά που παρατηρείται στον σχεδιασμό των δύο μοντέλων είναι η χρησιμοποίηση κοινών πεδίων στο σχεσιακό και δεικτών στο ιεραρχικό. Επίσης, σε σύγκριση με μια σχεσιακή βάση δεδομένων, κατά το σχεδιασμό μιας ιεραρχικής βάσης δεδομένων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η φυσική τους καταχώρηση π.χ. σε ότι αφορά την επιλογή της μεθόδου που θα

χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση δέντρων), εφόσον έχει μεγάλη σημασία ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η πρόσβαση στα δεδομένα.

Ένα άλλο πρόβλημα του ιεραρχικού μοντέλου είναι η αδυναμία του στην άμεση μοντελοποίηση των σχέσεων "πολλά-προς-πολλά", εφόσον υπάρχει ο περιορισμός ότι ένα "παιδί" μπορεί να έχει μόνο έναν "γονέα". Ο μόνος τρόπος για να αντιπαρέλθουμε αυτήν την αδυναμία είναι με τη δημιουργία δύο δέντρων. Η δημιουργία όμως δύο χωριστών δέντρων έχει ως αποτέλεσμα την καταχώρηση των δεδομένων δύο φορές, μια φορά για κάθε δέντρο, πράγμα που σημαίνει μεγαλύτερο χώρο αποθήκευσης δεδομένων.

Έχοντας πλέον μία ιδέα των κύριων χαρακτηριστικών του ιεραρχικού μοντέλου, θα ήταν χρήσιμο να γίνει μία σύγκριση αυτού με το σχεσιακό (Πίνακας). Η σύγκριση αυτή λαμβάνει υπόψη και τη "Γλώσσα Διαχείρισης Δεδομένων" (Data Manipulation Language ή DML) που κυρίως χρησιμοποιείται για κάθε μοντέλο: την SQL για το σχεσιακό και την DL/I για το ιεραρχικό.

Πίνακας 5: Σύγκριση ιεραρχικού και σχεσιακού μοντέλου

Ιεραρχικό μοντέλο	σχεσιακό μοντέλο
Πολύπλοκη θεμελιώδης δομή (δέντρο)	Απλή θεμελιώδης δομή (Πίνακας)
Αναπαράσταση σχέσεων με χρήση δεικτών	Αναπαράσταση σχέσεων με χρήση κοινών πεδίων
Βέλτιστο για σχέσεις "ένα-προς-πολλά"	Χρησιμοποιείται για όλες τις σχέσεις
Χειρισμός σχέσεων "πολλά-προς-πολλά" με τη δημιουργία δύο δέντρων	Χειρισμός σχέσεων "πολλά-προς-πολλά" με δημιουργία ενός συμπληρωματικού (συνδεδετικού) πίνακα
Η DML (DL/I) είναι γλώσσα χαμηλού επιπέδου	Η DML (SQL) είναι γλώσσα υψηλού επιπέδου
Η DML (DL/I) είναι γλώσσα σειριακή επεξεργασίας εγγραφών (μια κάθε φορά)	Η DML (SQL) είναι γλώσσα ομαδικής επεξεργασίας εγγραφών (περισσότερες από μία κάθε φορά)
Ο προγραμματισμός είναι πολύ πιο δύσκολος, επειδή ο προγραμματιστής πρέπει να προσπελάσει όλη τη δομή των δεδομένων	Ο προγραμματισμός είναι πιο εύκολος εφόσον η SQL πάντα επιστρέφει έναν μόνο πίνακα ο οποίος είναι εύκολα προσπελάσιμος
Η IBM είναι ο κύριος πωλητής	Πολλοί πωλητές

Δεν αποτελεί πρότυπο	Αποτελεί πρότυπο του American National Standards Institute (ANSI)
----------------------	---

4.4. Δικτυακό Μοντέλο (Network Model)

Κάποιες σοβαρές αδυναμίες του ιεραρχικού μοντέλου (το γεγονός ότι δεν αναπαριστά αμέσως τις "πολλά-προς-πολλά" σχέσεις και δεν είναι βιομηχανικό πρότυπο) καλλιέργησαν το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη καλύτερου μοντέλου δεδομένων και τεχνολογίας βάσεων δεδομένων. Έτσι, στα τέλη της δεκαετίας του '60, το Συνέδριο για τις Γλώσσες Συστημάτων Δεδομένων (Conference on Data Systems Languages ή CODASYL) ίδρυσε την Database Task Group (DBTG) που είχε σαν στόχο την έρευνα για ένα πρότυπο DBMS. Το 1971, η DBTG παρουσίασε το δικτυακό μοντέλο, το οποίο όμως δεν έγινε ποτέ αποδεκτό σαν πρότυπο από το ANSI για τους εξής λόγους:

1. Ήταν ένα εξαιρετικά πολύπλοκο μοντέλο χωρίς σαφές θεωρητικό υπόβαθρο.
2. Το σχεσιακό μοντέλο υπερείχε σε αξία μια και είχε πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το δικτυακό, συμπεριλαμβανομένης και της προτυποποίησής του από το ANSI το 1986.
3. Η δυνατότητα μεταφοράς των δικτυακών (όπως και των ιεραρχικών) βάσεων δεδομένων δεν ήταν πραγματοποιήσιμη, επειδή οι πωλητές εμπλούτισαν με επιπλέον στοιχεία (δυνατότητες) τις προσωπικές εκδόσεις τους με στόχο τη διαφοροποίησή τους από τους ανταγωνιστές.
4. Τέλος, η κυριαρχία της IBM στην αγορά έκανε πολύ δύσκολο στους ανταγωνιστές της να κάνουν πρόοδο σε βάρος του IMS (Η δημοφιλέστερη υλοποίηση του ιεραρχικού μοντέλου είναι το IMS (Information Management Systems) της IBM, το οποίο παρουσιάστηκε το 1968. Λόγω της κυριαρχίας της IBM στην αγορά, το IMS ήταν το πιο δημοφιλές DBMS για πάρα πολύ καιρό).

Το δικτυακό μοντέλο είναι μία επέκταση του ιεραρχικού και επιτρέπει σε ένα παιδί να έχει κανέναν, έναν ή περισσότερους γονείς. Τα τρία δομικά στοιχεία του ορισμού δεδομένων είναι τα "αντικείμενα δεδομένων" (data items), οι "εγγραφές ή αρχεία" (records) και τα "σύνολα" (sets).

Υπάρχουν αρκετά κοινά στοιχεία μεταξύ των σχεσιακών και δικτυακών μοντέλων. Πρώτον, στο σχεσιακό μοντέλο όλες οι στήλες ενός πίνακα περιγράφουν ένα συγκεκριμένο τύπο δεδομένων και στο δικτυακό όλες οι εγγραφές σε ένα πεδίο περιγράφουν επίσης έναν τύπο δεδομένων. Δεύτερον, οι σχέσεις "ένα-προς-ένα" και "ένα-προς-πολλά" μπορούν εύκολα να αναπαρασταθούν και από τα δύο μοντέλα, παρόλο που διαφέρει η μέθοδος αναπαράστασης. Μια τρίτη ομοιότητα έχει να κάνει με την αναπαράσταση των σχέσεων "πολλά-προς-πολλά". Στο σχεσιακό μοντέλο δημιουργείται

ένας συνδετικός πίνακας, ενώ στο δικτυακό μοντέλο δημιουργείται ένα μέλος το οποίο εμφανίζεται σε δύο σύνολα.

Κλείνοντας την αναφορά στο δικτυακό μοντέλο, θα ήταν χρήσιμο να γίνει (όπως έγινε και στην περίπτωση του ιεραρχικού μοντέλου) μία σύγκριση ανάμεσα σ' αυτό και στο σχεσιακό (Πίνακας 6). Από τη σύγκριση αυτή σε συνδυασμό με όλα όσα έχουν αναφερθεί για το ιεραρχικό και δικτυακό μοντέλο, φαίνεται πως το σχεσιακό μοντέλο είναι σαφέστατα η καλύτερη επιλογή ενός προγραμματιστή συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Πίνακας 6: Σύγκριση δικτυακού και σχεσιακού μοντέλου

δικτυακο μοντελο	σχεσιακο μοντελο
Πολύπλοκη θεμελιώδης δομή (δίκτυο)	Απλή θεμελιώδης δομή (Πίνακας)
Αναπαράσταση σχέσης "ένα-προς-πολλά" με τη χρήση συνόλων (sets)	Αναπαράσταση σχέσης "ένα-προς-πολλά" με χρήση κοινού πεδίου
Αναπαράσταση σχέσης "πολλά-προς-πολλά" με τη χρήση ενός μέλους (member) που περιέχεται σε δύο σύνολα	Αναπαράσταση σχέσης "πολλά-προς-πολλά" με δημιουργία ενός συμπληρωματικού (συνδετικού) πίνακα
Υποστήριξη επαναλαμβανόμενων ομάδων	Μη υποστήριξη επαναλαμβανόμενων πεδίων (ένα επαναλαμβανόμενο πεδίο αντιτίθεται στις αρχές του σχεσιακού μοντέλου)
Η DML είναι γλώσσα χαμηλού επιπέδου	Η DML (SQL) είναι γλώσσα υψηλού επιπέδου
Η DML (DL/I) είναι γλώσσα σειριακής επεξεργασίας εγγραφών	Η DML (SQL) είναι γλώσσα ομαδικής επεξεργασίας εγγραφών (περισσότερες από μία κάθε φορά)
Ο προγραμματισμός είναι πολύ δύσκολος, επειδή ο προγραμματιστής πρέπει να προσπελάσει όλη τη δομή των δεδομένων	Ο προγραμματισμός είναι πιο εύκολος εφόσον η SQL πάντα επιστρέφει έναν μόνο πίνακα ο οποίος είναι εύκολα προσπελάσιμος
Πολλοί πωλητές	Πολλοί πωλητές

Μερικώς προτυποποιημένο	Αποτελεί πρότυπο του American National Standards Institute (ANSI)
-------------------------	---

4.5. Βάσεις Δεδομένων: Κύριες Λειτουργίες – Λόγοι για να τις χρησιμοποιήσουμε

Κλείνοντας την σύντομη αναφορά στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων, θα ήταν καλό να αναφερθούν οι “κύριες λειτουργίες μιας βάσης δεδομένων”, καθώς και οι “σχετικοί λόγοι για να αρχίσουμε να χρησιμοποιούμε μια βάση δεδομένων”. Στη συνέχεια, αφού γίνει μια σύντομη εισαγωγή στην “Microsoft Access”, στην οποία φαίνονται καθαρά οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιήθηκε, θα γίνει εκτενής ανάλυση της εφαρμογής.

4.5.1. Κύριες Λειτουργίες

- **Ορισμός δεδομένων (Data definition).** Μπορούμε να ορίσουμε τι δεδομένα θα αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων μας, τον τύπο (για παράδειγμα αν θα είναι αριθμοί ή χαρακτήρες) και τον τρόπο με τον οποίο θα συσχετίζονται μεταξύ τους. Σε μερικές περιπτώσεις μπορούμε επίσης να ορίσουμε τον τρόπο μορφοποίησης των δεδομένων και τον τρόπο ελέγχου της εγκυρότητας τους.
- **Χειρισμός δεδομένων (Data manipulation).** Μπορούμε να επεξεργαστούμε τα δεδομένα με πολλούς τρόπους. Μπορούμε να επιλέγουμε ποια πεδία θέλουμε, να φιλτράρουμε και να ταξινομούμε δεδομένα, επίσης να συνοψίζουμε τα δεδομένα (να παίρνουμε σύνολα – αθροίσματα – και άλλα στατιστικά στοιχεία). Επίσης μπορούμε να επιλέγουμε μια ομάδα πληροφοριών και να ζητάμε από το RDBMS να τις ενημερώσει, να τις διαγράψει, να τις αντιγράψει σε άλλο πίνακα.
- **Έλεγχος δεδομένων (Data control).** Μπορούμε να ορίσουμε σε ποιόν θα επιτρέπεται η ανάγνωση, η ενημέρωση ή η καταχώριση των δεδομένων, επίσης τον τρόπο με τον οποίο θα προσπελάζονται και θα ενημερώνονται τα δεδομένα από άλλους χρήστες ταυτόχρονα.

4.5.2. Λόγοι για να αρχίσουμε να χρησιμοποιούμε μια βάση δεδομένων

- Έχουμε πολλά ξεχωριστά αρχεία ή πάρα πολλά δεδομένα σε ξεχωριστά αρχεία. Αυτό δυσκολεύει τη διαχείρισή τους. Επίσης, τα δεδομένα μπορεί να ξεπερνούν τα όρια του λογισμικού ή τη χωρητικότητα της μνήμης του συστήματος.
- Έχουμε πολλές διαφορετικές χρήσεις των δεδομένων – αναλυτικές κινήσεις, ανάλυση συνοπτικών στοιχείων και σενάρια ανάλυσης υποθέσεων. Επομένως, χρειάζεται να μπορούμε να εξετάζουμε τα δεδομένα με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και δυσκολευόμαστε να δημιουργούμε νέες “απόψεις” τους.
- Υπάρχει ανάγκη για μερισμό των δεδομένων. Για παράδειγμα, η εισαγωγή, η ενημέρωση και η ανάλυση των δεδομένων γίνεται από πολλά άτομα. Έναν πίνακα μιας βάσης δεδομένων μπορούν να τον μοιράζονται και να τον ενημερώνουν πολλά άτομα. Επίσης, η βάση δεδομένων εγγυάται ότι τα άτομα που διαβάζουν τα δεδομένα θα βλέπουν μόνο τις ενημερώσεις που έχουν ολοκληρωθεί.
- Τέλος, πρέπει να ελέγχουμε τα δεδομένα επειδή σε αυτά έχουν πρόσβαση διαφορετικοί χρήστες. Έτσι, πρέπει να εξασφαλίζουμε την πρόσβαση σε αυτά, να ελέγχουμε τις τιμές τους και να εγγυόμαστε τη σταθερότητα τους.

4.6. ACCESS: Συνοπτική Περιγραφή

4.6.1. Χρήσεις της Microsoft Access

Η Microsoft Access είναι ένα πλήρες σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) το οποίο μας παρέχει όλες τις δυνατότητες ορισμού, χειρισμού και ελέγχου των δεδομένων που χρειαζόμαστε.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την Access για να κατασκευάσουμε και να εκτελέσουμε μια εφαρμογή φτιαγμένη στα μέτρα των δικών μας αναγκών διαχείρισης δεδομένων. Μπορούμε να περιορίζουμε, να επιλέγουμε και να αθροίζουμε τα δεδομένα μας με την χρήση ερωτημάτων, να δημιουργούμε φόρμες για την εμφάνιση και την τροποποίηση των δεδομένων μας και να χρησιμοποιούμε την Access για την δημιουργία εκθέσεων. Οι φόρμες και οι εκθέσεις κληρονομούν τις ιδιότητες του πίνακα ή του ερωτήματος στο οποίο βασίζονται και έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις, κάποια πράγματα όπως και οι κανόνες εγκυρότητας χρειάζεται να οριστούν μόνο μία φορά.

Ανάμεσα στα ισχυρότερα χαρακτηριστικά της Access είναι και οι Οδηγοί (Wizards), τους οποίους μπορούμε να χρησιμοποιούμε για την κατασκευή πινάκων, ερωτημάτων, φορμών και εκθέσεων, επιλέγοντας απλώς λειτουργίες με το ποντίκι μας. Η Access περιλαμβάνει μια περιεκτική γλώσσα προγραμματισμού, τη Microsoft Visual Basic, την οποία μπορούμε να χρησιμοποιούμε για να κατασκευάζουμε πολύ ισχυρές εφαρμογές παραγωγής.

Τέλος, όλες αυτές οι δυνατότητες δεν είναι διαθέσιμες μόνο για την επεξεργασία των βάσεων δεδομένων της Access, αλλά και για να συνδέουμε και να επεξεργαζόμαστε δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε άλλες μορφές. Μπορούμε να κατασκευάσουμε μια εφαρμογή της Access που θα επεξεργάζεται αρχεία της Paradox, ή της FoxPro, καθώς και κάθε βάσης δεδομένων SQL. Μπορούμε επίσης να εισάγουμε και να εξάγουμε δεδομένα με την μορφή κειμένου, ή λογιστικών φύλλων.

4.6.2. Αντικείμενα Βάσεων Δεδομένων (Database Objects)

Στην Access, η βάση δεδομένων περιλαμβάνει όλα τα βασικά αντικείμενα που σχετίζονται με τα αποθηκευμένα δεδομένα, καθώς και τα αντικείμενα που ορίζουμε για την αυτοματοποίηση της χρήσης των δεδομένων μας. Ακολουθεί μια περιγραφή όλων των βασικών αντικειμένων μιας βάσης δεδομένων της Access:

Πίνακας (Table). Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων.

Ερώτημα (Query). Μας παρέχει μια συγκεκριμένη προβολή των δεδομένων μας από έναν ή περισσότερους πίνακες.

Φόρμα (Form). Χρησιμεύει κυρίως για την εισαγωγή και την εμφάνιση των δεδομένων.

Έκθεση (Report). Χρησιμοποιείται για την εκτύπωση και την σύνοψη κάποιων επιλεγμένων δεδομένων.

Σελίδα προσπέλασης δεδομένων (Data Access Page). Περιέχει ένα αρχείο HTML με άλλα χρήσιμα αρχεία και επιτρέπει την προσπέλαση των δεδομένων μας μέσω του Microsoft Internet Explorer.

Μακροεντολές (Macros). Χρησιμοποιούνται στην αυτοματοποίηση των πιο συνηθισμένων εργασιών

Λειτουργικές μονάδες (Modules). Χρησιμοποιούνται από τους πιο εξειδικευμένους χρήστες της Access για να γράφουν και να τροποποιούν τα προγράμματα της Access με την βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic (ότι δεν μπορούμε να κάνουμε με τις μακροεντολές).

4.6.2.1. Πίνακες

Οι πίνακες είναι τα πρωταρχικά δυναμικά στοιχεία των περισσότερων βάσεων δεδομένων και χρησιμεύουν στην καταχώρηση, ανάκτηση και γενικά στην επεξεργασία των πληροφοριών που σχετίζονται με τη βάση δεδομένων μας.

Ένας πίνακας (table) είναι ένα σύνολο σχετιζόμενων πληροφοριών, όπως μία λίστα με τα ονόματα των γνωστών μας, τις διευθύνσεις και τους αριθμούς τηλεφώνου τους. Το κάθε σύνολο σχετιζόμενων στοιχείων στον πίνακα ονομάζεται εγγραφή (record). Σε έναν πίνακα της Access οι εγγραφές μπορούν να θεωρηθούν σαν σειρές (rows) που έχουν αποθηκευτεί στον πίνακα.

Η κάθε ξεχωριστή πληροφορία που αποθηκεύεται σε μια εγγραφή ονομάζεται πεδίο (field). Σε έναν πίνακα της Access το κάθε πεδίο μπορεί να θεωρηθεί σαν μία στήλη (column) του πίνακα. Για κάθε πεδίο που προσθέτουμε σε έναν πίνακα, επιλέγουμε τον τύπο δεδομένων του (αριθμός, σημειώσεις, κείμενο, ημερομηνία, αυτόματη αρίθμηση, Ναι/Όχι, λίστα αναζήτησης, χρηματικό ποσό), καθορίζοντας έτσι το είδος των δεδομένων που θα δέχεται σαν τιμές και ανάλογα με τον τύπο ορίζουμε τις ιδιότητές του, ενώ παράλληλα μπορούμε να δώσουμε και μία περιγραφή (description) του πεδίου αυτού.

4.6.2.2. Ερωτήματα

Ο βασικότερος λόγος για τον οποίο ξοδεύουμε το χρόνο μας καταχωρώντας όλα τα δεδομένα μας σε μία βάση δεδομένων, είναι για να μπορούμε εύκολα να βρούμε και να δουλεύουμε με τις πληροφορίες. Ένα ερώτημα (query) θέτει ένα ερωτηματικό στη βάση δεδομένων και μετά ξεχωρίζει αυτές τις εγγραφές και τις τοποθετεί σε ένα υποσύνολο εγγραφών. Αν το ερώτημα απλώς επιλέγει ή ταξινομεί τα δεδομένα, το υποσύνολο έχει το ειδικό όνομα "Δυναμικό Σύνολο" (dynaset). Μπορούμε μετά να δουλέψουμε μόνο με αυτές τις εγγραφές που έχουν επιλεγεί από το ερώτημα που θέσαμε.

Μπορούμε να δημιουργήσουμε ερωτήματα που εμφανίζουν όλες τις εγγραφές αλλά μόνο συγκεκριμένα πεδία. Μπορούμε επίσης να δημιουργήσουμε ένα ερώτημα που αναζητά συγκεκριμένες εγγραφές μέσα σε ένα πεδίο ή να δημιουργήσουμε περισσότερο περίπλοκα ερωτήματα.

4.6.2.3. Φόρμες

Όταν καταχωρούμε εγγραφές σε έναν πίνακα, κάθε εγγραφή εμφανίζεται σε μια γραμμή και μπορούμε να δούμε όλες τις εγγραφές. Αν ο πίνακας έχει πολλά πεδία, ίσως να μην μπορούμε να τον δούμε ολόκληρο στην οθόνη μα και να συναντάμε δυσκολίες όταν θέλουμε να δούμε όλα τα πεδία μιας συγκεκριμένης εγγραφής που μας ενδιαφέρει. Η Access μας προσφέρει μια εναλλακτική λύση με τη χρήση της φόρμας (form) για να βλέπουμε και να καταχωρούμε δεδομένα. Η χρήση μιας φόρμας προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Μπορούμε να επιλέξουμε τα πεδία που θέλουμε να συμπεριλάβουμε σε μία φόρμα και να τα τοποθετήσουμε με τη σειρά που επιθυμούμε.
- Μπορούμε να επιλέξουμε την προβολή μίας μόνο εγγραφής τη φορά, κάτι που μας διευκολύνει στην καλύτερη συγκέντρωσή μας πάνω στη συγκεκριμένη εγγραφή.
- Μπορούμε να εμπλουτίσουμε τη φόρμα με γραφικά ώστε να γίνεται πιο εμφανίσιμη.

Η Access παρέχει πολλά εργαλεία για τη δημιουργία μιας φόρμας. Έτσι, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια Αυτόματη Φόρμα (AutoForm), να χρησιμοποιήσουμε τους Οδηγούς Φορμών (Form Wizards) για να φτιάξουμε κάποιους άλλους συνηθισμένους τύπους φορμών (όπως για παράδειγμα μονόστηλη ή πινακοποιημένη), ή τέλος να κατασκευάσουμε μία φόρμα εξ' αρχής, όταν οι Οδηγοί Φόρμας δεν δημιουργούν ακριβώς τη φόρμα που επιθυμούμε.

4.6.2.4. Αναφορές

Σκοπός των πληροφοριών μιας βάσης δεδομένων δεν είναι μόνο η εμφάνισή τους στην οθόνη του υπολογιστή μας, αλλά και η δυνατότητα εκτύπωσής τους. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια των αναφορών (Reports) οι οποίες μπορούν να είναι τόσο απλές όσο ένα εκτυπωμένο αντίγραφο ενός πίνακα. Μπορούν επίσης να είναι περίπλοκα έγγραφα που ομαδοποιούν και αθροίζουν πληροφορίες.

Όπως και στις φόρμες, για τη δημιουργία μιας αναφοράς η Access παρέχει πολλές δυνατότητες. Έτσι, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια Αυτόματη Αναφορά (AutoReport) να χρησιμοποιήσουμε τους Οδηγούς Αναφορών (Report Wizards) για να φτιάξουμε κάποιους άλλους συνηθισμένους

τύπους αναφορών (όπως για παράδειγμα μονόστηλη ή ταχυδρομικές ετικέτες), ή να κατασκευάσουμε μια αναφορά εξ' αρχής, δίνοντάς της την εμφάνιση που επιθυμούμε.

4.6.2.5. Μακροεντολές – Προγραμματισμός χωρίς προγραμματισμό

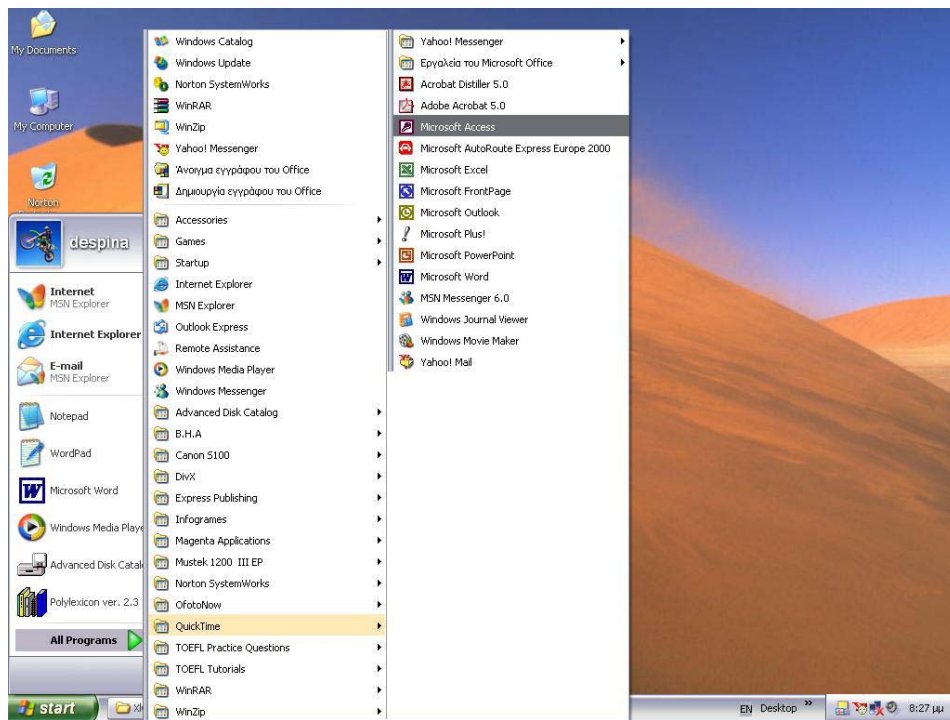
Στην Access μπορούμε να ορίζουμε μια μακροεντολή για να εκτελούμε οποιαδήποτε σχεδόν εργασία, την οποία θα έπρεπε διαφορετικά να ενεργοποιούμε με το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι. Η μοναδική ισχύ των μακροεντολών της βρίσκεται στην ικανότητά τους να αυτοματοποιούν αποκρίσεις πολλών τύπων συμβάντων. Το συμβάν (event) μπορεί να είναι κάποια αλλαγή στα δεδομένα, το άνοιγμα ή το κλείσιμο μιας φόρμας ή αναφοράς, το πάτημα του πλήκτρου "Enter" ή ακόμα και η εναλλαγή από το ένα χειριστήριο στο άλλο (η ενεργοποίηση ενός νέου χειριστηρίου). Μέσα σε μια μακροεντολή μπορούμε να συμπεριλάβουμε πολλές ενέργειες και να ορίσουμε συνθήκες ελέγχου για να εκτελούνται κάποιες από αυτές, ανάλογα με κάποιες τιμές στις φόρμες ή στις αναφορές μας.

4.6.2.6. Access Basic

Η Access είναι ένα σοβαρό περιβάλλον ανάπτυξης με μια πλήρη γλώσσα προγραμματισμού. Η Access Basic είναι ένα μοντέλο προγραμματισμού προσανατολισμένου στη δραστηριότητα και μία ισχυρή και δομημένη γλώσσα προγραμματισμού. Είναι τέλος πλήρως επεκτάσιμη και διαθέτει ρουτίνες κλήσης σε οποιαδήποτε δυναμική βιβλιοθήκη του λειτουργικού περιβάλλοντος Windows. Τέλος, ένα πλήρες περιβάλλον ανάπτυξης IDE (Integrated Development Environment) επιτρέπει τη σύνταξη και τη διόρθωση του κώδικα σε πολλά παράθυρα, αυτόματο έλεγχο και εκτέλεση βήμα-προς-βήμα.

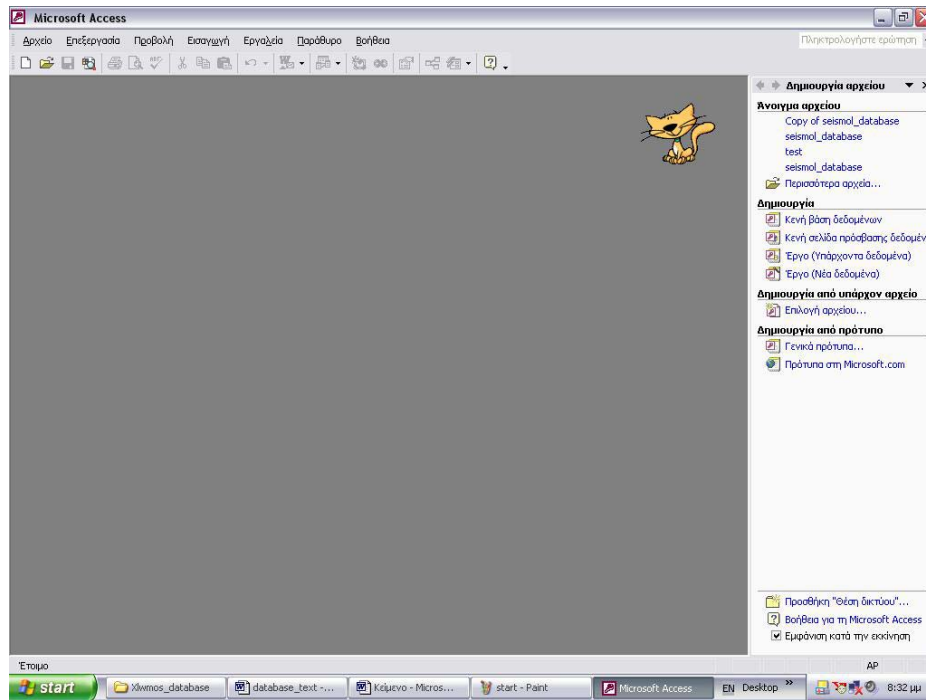
4.7. Σημείο Έναρξης και Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Για να ξεκινήσουμε τη Access επιλέγουμε Start από την κάτω αριστερή γωνία της οθόνης μας, Programs και Microsoft Access όπως ακριβώς φαίνετε και στην εικόνα 6.



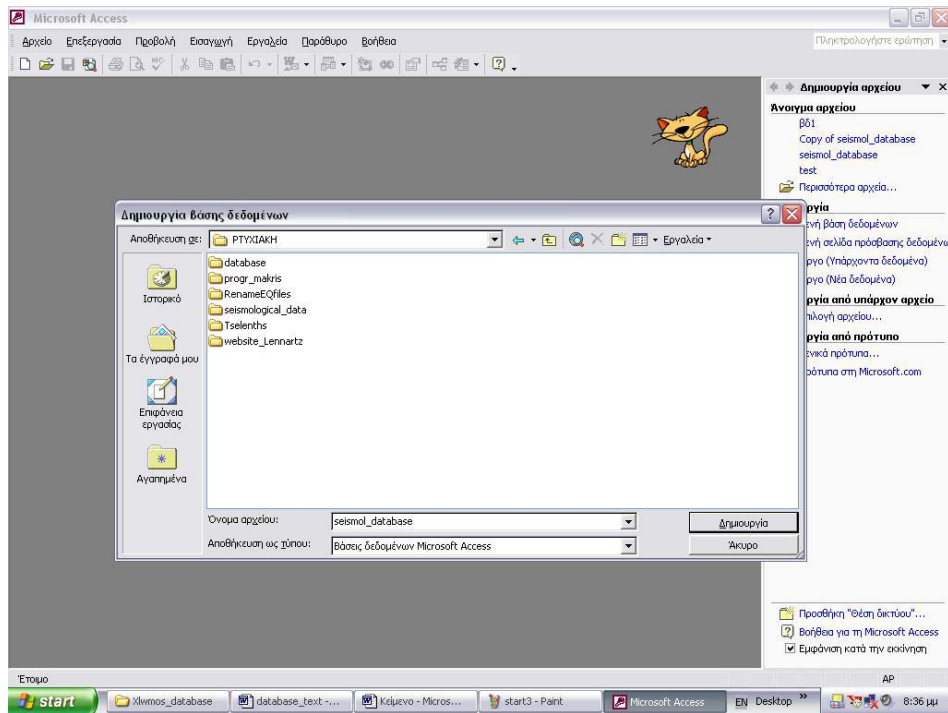
Εικόνα 6: Σημείο έναρξης

Όταν ξεκινήσουμε τη Microsoft Access, βλέπουμε το πλαίσιο διαλόγου της εικόνας 7. Σε αυτό το πλαίσιο διαλόγου καθορίζουμε αν θα δημιουργήσουμε μια εντελώς νέα κενή βάση δεδομένων, αν θα χρησιμοποιήσουμε τον Οδηγό Βάσεων Δεδομένων (Database Wizard) για να δημιουργήσουμε μία νέα εφαρμογή βάσεων δεδομένων χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε από τα διάφορα πρότυπα εφαρμογών βάσεων δεδομένων που συνοδεύουν την Access, ή αν θα ανοίξουμε ένα υπάρχον αρχείο βάσης δεδομένων (mdb). Αν έχουμε προηγουμένως ανοίξει κάποιες άλλες βάσεις δεδομένων θα δούμε στο τμήμα Άνοιγμα υπάρχοντος αρχείου έναν κατάλογο με βάσεις δεδομένων που ανοίξαμε πρόσφατα (μέχρι τέσσερα).



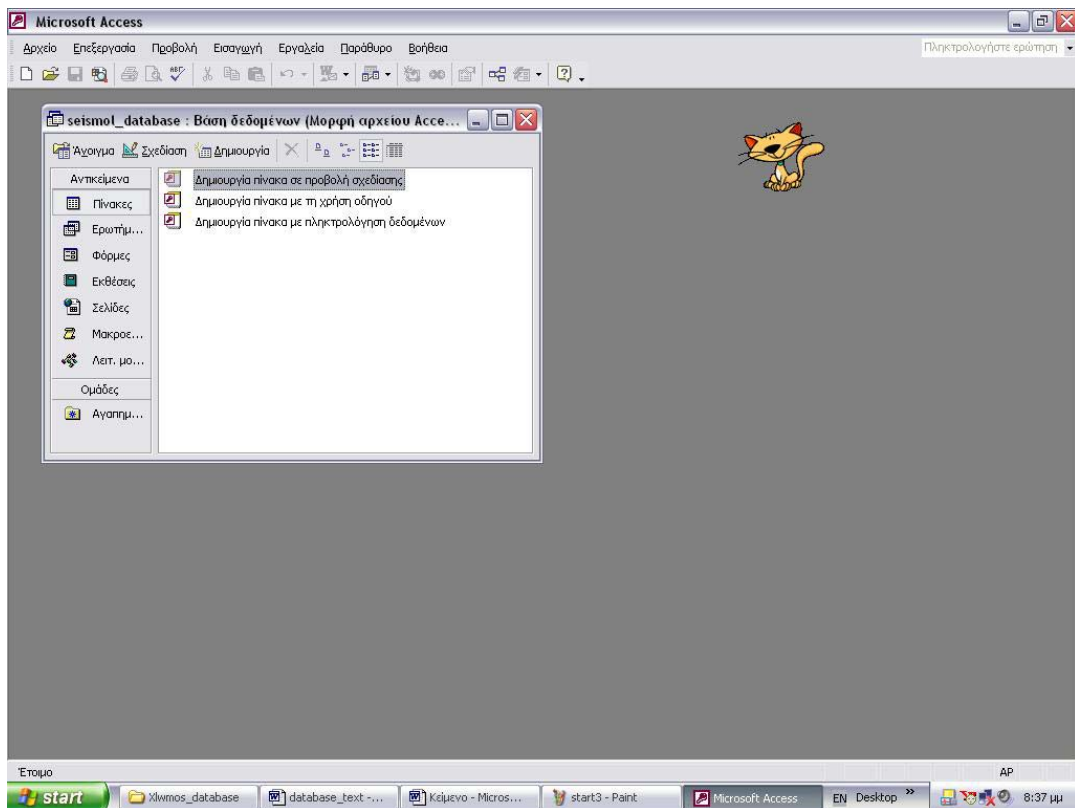
Εικόνα 7: Πλαίσιο διαλόγου αρχικών επιλογών της Access

Για να ξεκινήσουμε, λοιπόν, τη δημιουργία μίας νέας, κενής βάσης δεδομένων επιλέγουμε Κενή βάση δεδομένων στο πλαίσιο διαλόγου της *εικόνας 7*. Θα εμφανιστεί το πλαίσιο διαλόγου Δημιουργία βάση δεδομένων που φαίνεται στην *εικόνα 8*. Επιλέγουμε τη μονάδα δίσκου και το φάκελο που θέλουμε από τον πτυσσόμενο κατάλογο Αποθήκευση σε (Save in). Τέλος στο Όνομα αρχείου (File name) πληκτρολογούμε το όνομα της νέας μας βάσης δεδομένων (seismol_database). Η Access θα δώσει στο αρχείο μας την προέκταση mdb.



Εικόνα 8: Πλαίσιο διαλόγου δημιουργίας βάσης δεδομένων

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία της δημιουργίας της βάσης δεδομένων, η Access θα παρουσιάσει το παράθυρο Βάση δεδομένων (Database) της νέας βάσης δεδομένων που φαίνεται στην *εικόνα 9*.



Εικόνα 9: Παράθυρο της βάσης δεδομένων

4.8. Ανάλυση και Σχεδίαση του Πληροφοριακού Συστήματος

4.8.1. Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας βάσης δεδομένων είναι η ανάπτυξη μιας φιλικής προς τον χρήστη εφαρμογής η οποία θα επιτυγχάνει τα ακόλουθα:

- Εύκολη και γρήγορη καταχώρηση δεδομένων.
- Δυνατότητα φιλτραρίσματος στις τιμές των πεδίων "Date", "Region" ("Longitude" & Latitude"), "Depth" & "Magnitude" στο καθένα χωριστά.
- Δυνατότητα φιλτραρίσματος στις τιμές των παραπάνω πεδίων συνδυαστικά: "Date"- "Magnitude", "Date"- "Depth", "Date"- "Region", "Depth"- "Magnitude", "Region"- "Depth", "Region"- "Magnitude" & "All parameters".
- Εκτύπωση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν με την μορφή αναφορών (Reports) από τα φίλτρα που εφαρμόζει ο χρήστης (με τις επιλογές που πραγματοποιεί).

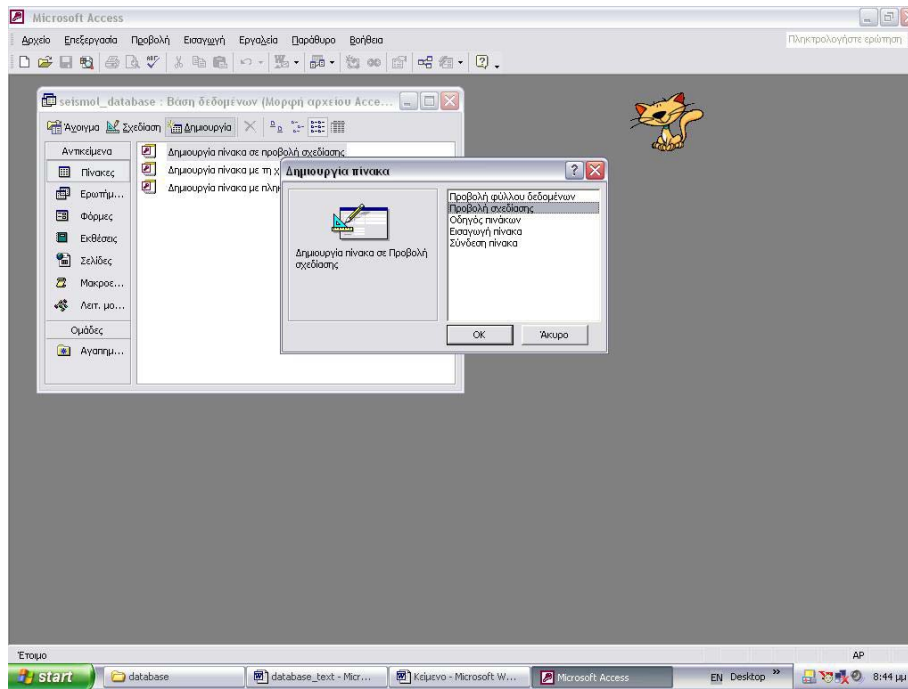
4.8.2. Πίνακες Δεδομένων (Tables) :

Σε αυτή τη βάση δεδομένων έχουν δημιουργηθεί δύο πίνακες. Ο πρώτος (Seismol_Data) περιέχει σεισμολογικά δεδομένα από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών από το έτος 1964 ως σήμερα και ο δεύτερος (Data_Network) περιέχει σεισμολογικά δεδομένα από το τοπικό δίκτυο ενδεικτικά μόνο για το έτος 2000.

4.8.2.1. Επεξήγηση Πινάκων

4.8.2.1.1. Πίνακας Seismol_Data

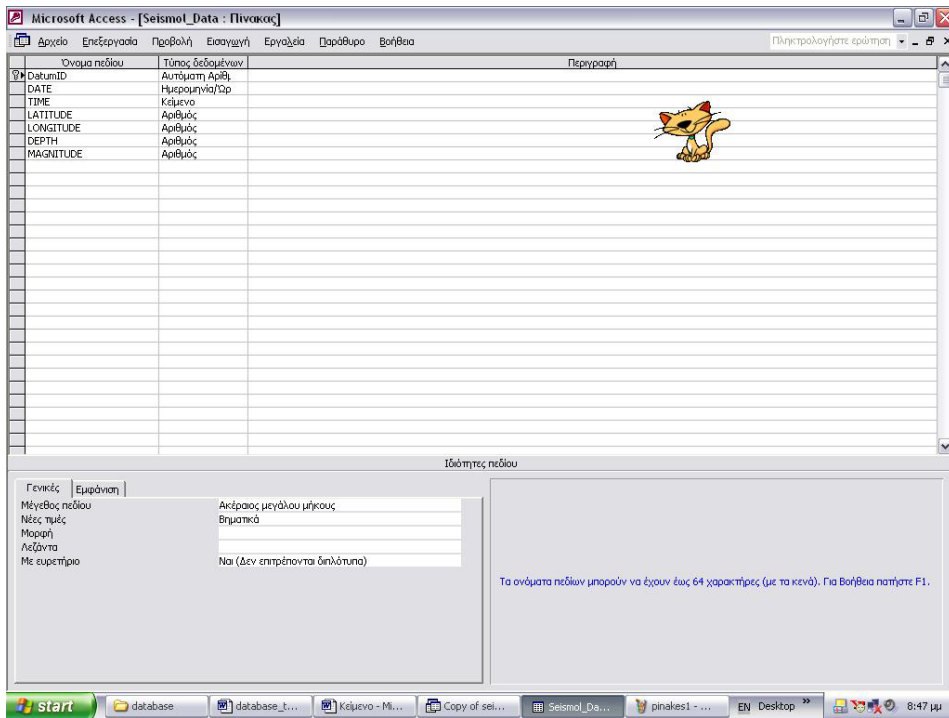
Οι πίνακες δημιουργούνται αρχικά ως εξής: από το κυρίως μενού της Access επιλέγεται το Αντικείμενο "Πίνακες", στη συνέχεια "Δημιουργία" και τέλος "Δημιουργία Πίνακα σε Προβολή Σχεδίασης" (Εικόνα 10). Εκεί ορίζονται τα πεδία του πίνακα δεδομένων. Τα δεδομένα των σεισμικών καταγραφών που θέλαμε να επεξεργαστούμε σε αυτό τον πίνακα (Seismol_Data) είναι τα εξής: "Date", "Region" ("Longitude" & Latitude"), "Depth", "Magnitude" & "Time" που αποτελούν και τα πεδία του πίνακα δεδομένων. Ο τύπος δεδομένων (data type) των πεδίων "Longitude", "Latitude", "Depth" και "Magnitude" είναι αριθμός (Number), του πεδίου "Time" είναι κείμενο (Text) (λόγω του ότι υπάρχει μόνο για απεικόνιση του χρόνου) και του πεδίου "Date" είναι ημερομηνία / Ώρα (Date/Time).



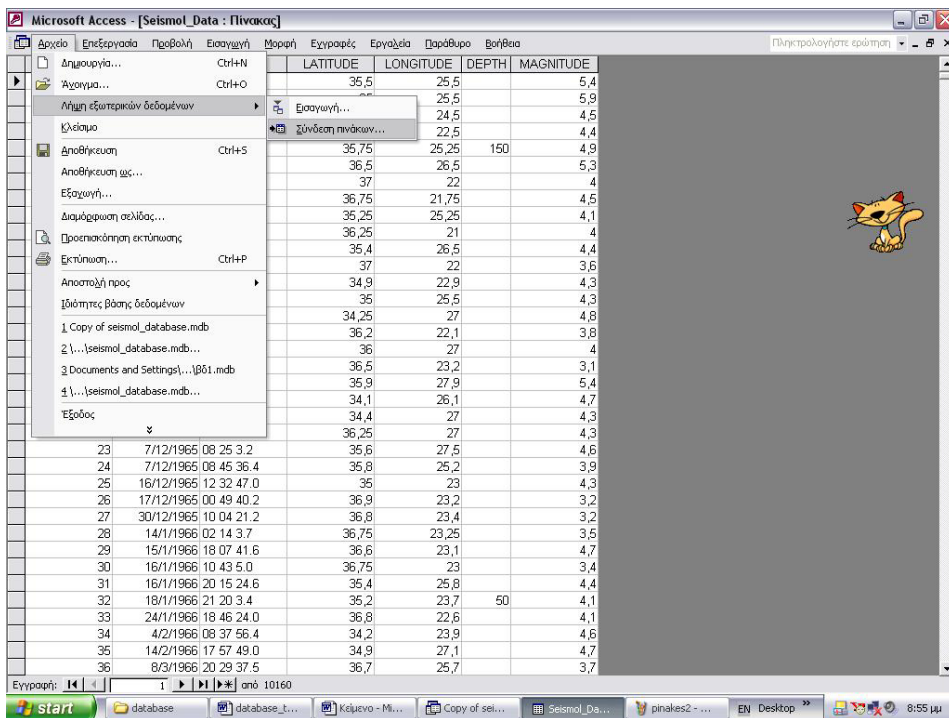
Εικόνα 10: Αρχική δημιουργία πίνακα

Κάθε πίνακας πρέπει να περιέχει και ένα πρωτεύον κλειδί, ένα πεδίο δηλαδή το οποίο περιέχει μία μοναδική τιμή για κάθε εγγραφή του πίνακα. Έτσι, προστίθεται στον πίνακα ένα νέο πεδίο στο οποίο δίνεται η ονομασία DatumID και ως τύπο δεδομένων του επιλέγουμε Αυτόματη Αρίθμηση (AutoNumber). Στη συνέχεια το δηλώνουμε στην Access ως πρωτεύον κλειδί. Με αυτό τον τρόπο, κάθε φορά που εισάγουμε μία νέα εγγραφή, η Access θα δίνει αυτόματα έναν αύξοντα αριθμό σε αυτήν, εξασφαλίζοντας έτσι την μοναδικότητά της, αφού ακόμα κι αν όλα τα πεδία της έχουν τις ίδιες τιμές με μια προηγούμενη εγγραφή, η τιμή του DatumID θα είναι διαφορετική (Εικόνα 11).

Στη συνέχεια από τη γραμμή εργαλείων επιλέγεται το μενού "προβολή" → "προβολή φύλλου δεδομένων", έτσι ώστε να γίνει η καταχώριση των δεδομένων στους πίνακες. Εκεί από τη γραμμή εργαλείων επιλέγεται το μενού "λήψη εξωτερικών δεδομένων" → "Σύνδεση Πινάκων" και τέλος, αφού οριστεί ο τύπος δεδομένων που αναζητείται ως "Microsoft Excel", εισάγεται ο πίνακας των σεισμολογικών δεδομένων από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (Εικόνα 12).



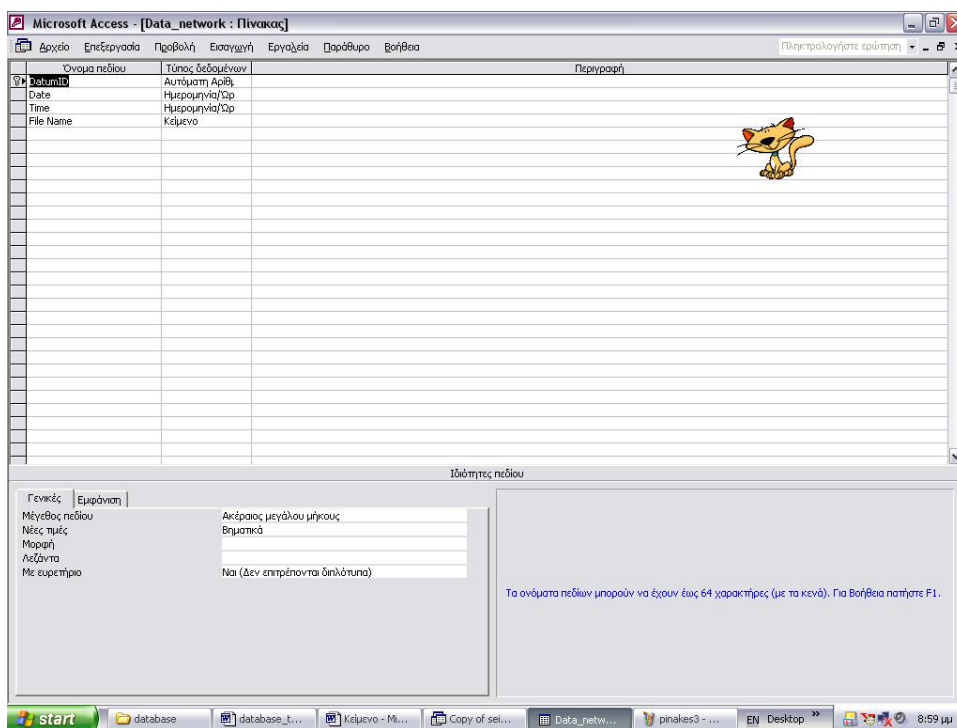
Εικόνα 11: Τα πεδία του πίνακα Seismo_Data



Εικόνα 12: Τρόπος εισαγωγής εξωτερικών δεδομένων

4.8.2.1.2. Πίνακας Data_Network

Ομοίως, ακολουθούνται τα ίδια βήματα για την δημιουργία αυτού του πίνακα. Όμως, τα πεδία που αποτελούν τον πίνακα αυτό είναι τα εξής: "Date", "Time" και "File Name". Ο τύπος δεδομένων (data type) των πεδίων "Date" και "Time" είναι ημερομηνία / Ώρα (Date/Time), ενώ του πεδίου "File Name" είναι προφανώς κείμενο (Text). Όπως και στον προηγούμενο πίνακα, έτσι και σε αυτόν, ορίζεται πρωτεύον κλειδί. Το νέο πεδίο που προστίθεται έχει, επίσης, την ονομασία DatumID και ως τύπο δεδομένων Αυτόματη Αρίθμηση (AutoNumber). Ομοίως, όπως περιγράφηκε και παραπάνω, γίνεται λήψη εξωτερικών δεδομένων με τη διαφορά ότι εισάγεται ο πίνακας που περιέχει τις εγγραφές από το τοπικό δίκτυο.



Εικόνα 13: Τα πεδία του πίνακα Data_Network

4.8.3. Ερωτήματα (Queries) :

Επόμενο στάδιο μετά την κατασκευή του πίνακα, είναι η δημιουργία Ερωτημάτων (Queries). Όσον αφορά τον πίνακα Seismo1_Data, σκοπός ήταν να είναι δυνατή η επιλογή εγγραφών σύμφωνα με τα κριτήρια που τίθενται κάθε φορά. Συγκεκριμένα, ήταν επιθυμητό να γίνονται επιλογές με βάση τα πεδία "Date", "Region" ("Longitude" & "Latitude"), "Depth" & "Magnitude". Έτσι, δημιουργήθηκαν εξής 11 ερωτήματα:

"Date", "Date_Magnitude", "Date_Depth", "Date_Region", "Depth", "Depth_Magnitude", "Magnitude", "Region", "Region_Depth", "Region_Magnitude" & "Main" (All Parameters).

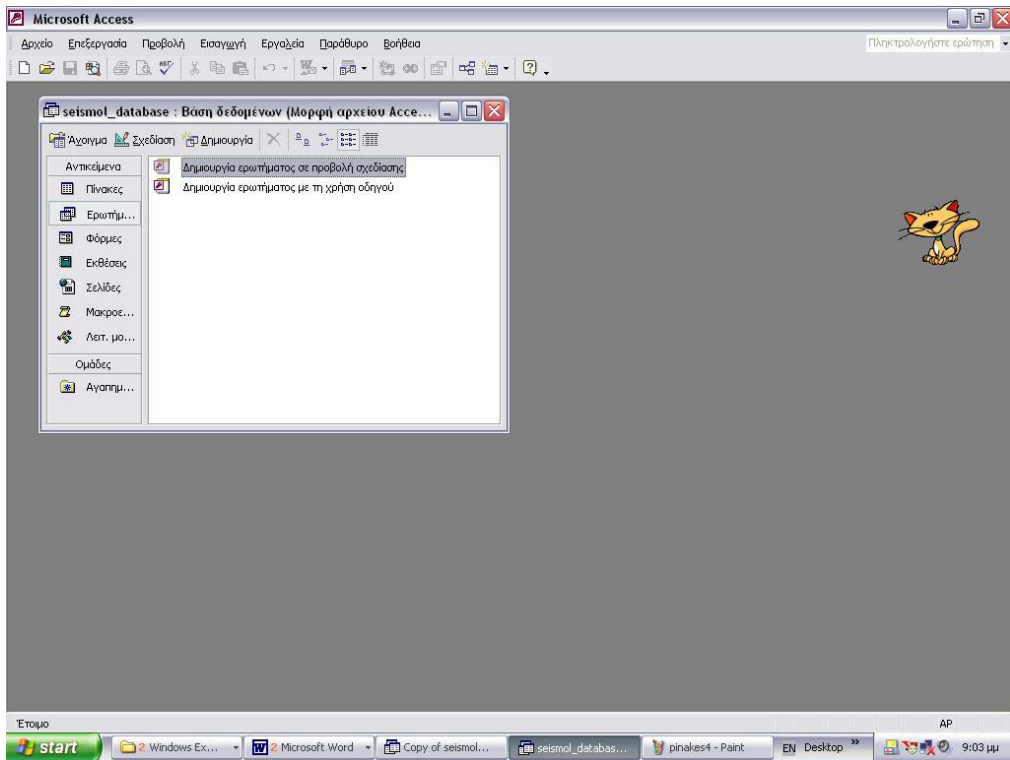
Ο πίνακας Data_Network, όπως προαναφέρθηκε, περιέχει μόνο τα τέσσερα πεδία "Date", "Time", "File Name" & "DatumID" και ουσιαστικά ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναζήτηση εγγραφών με βάση την ημερομηνία (Date). Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκε μόνο το ερώτημα "Date_Network" το οποίο αναζητεί εγγραφές μόνο με βάση την ημερομηνία.

Επειδή δεν είναι δυνατόν να γίνει αναλυτική περιγραφή της δημιουργίας όλων των ερωτημάτων, παρακάτω παρουσιάζεται επιλεκτικά η ανάλυση μερικών ερωτημάτων της εφαρμογής και συγκεκριμένα του "Depth" και "Date_Region" (που αντιστοιχούν στον πίνακα Seismo1_Data) και του "Date_Network" (που αντιστοιχεί στον πίνακα Data_Network).

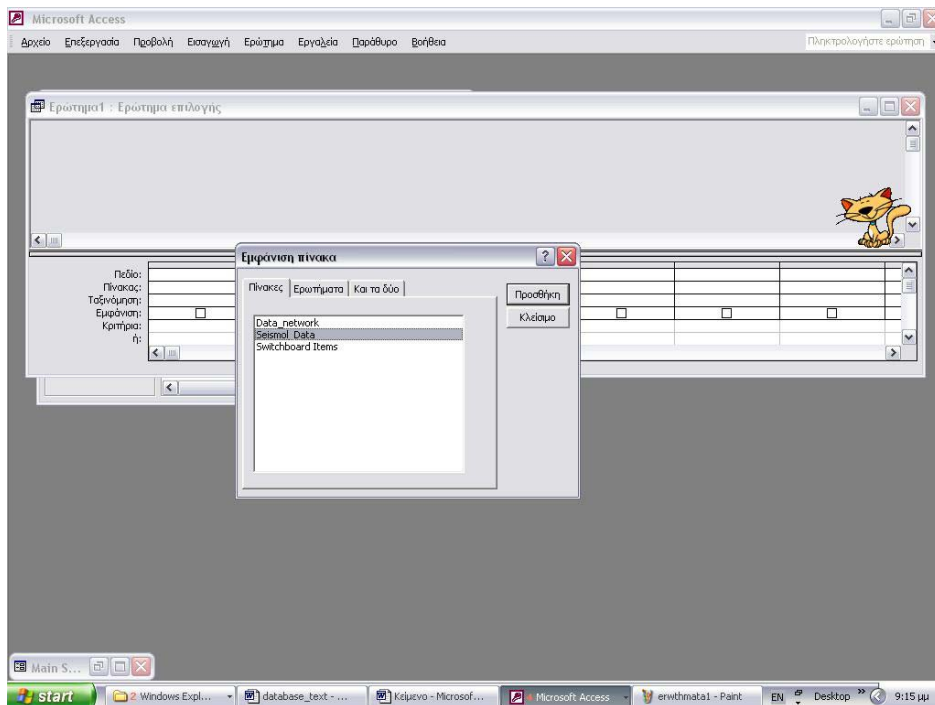
4.8.3.1. Επεξήγηση Ερωτημάτων

4.8.3.1.1. Ερώτημα "Depth"

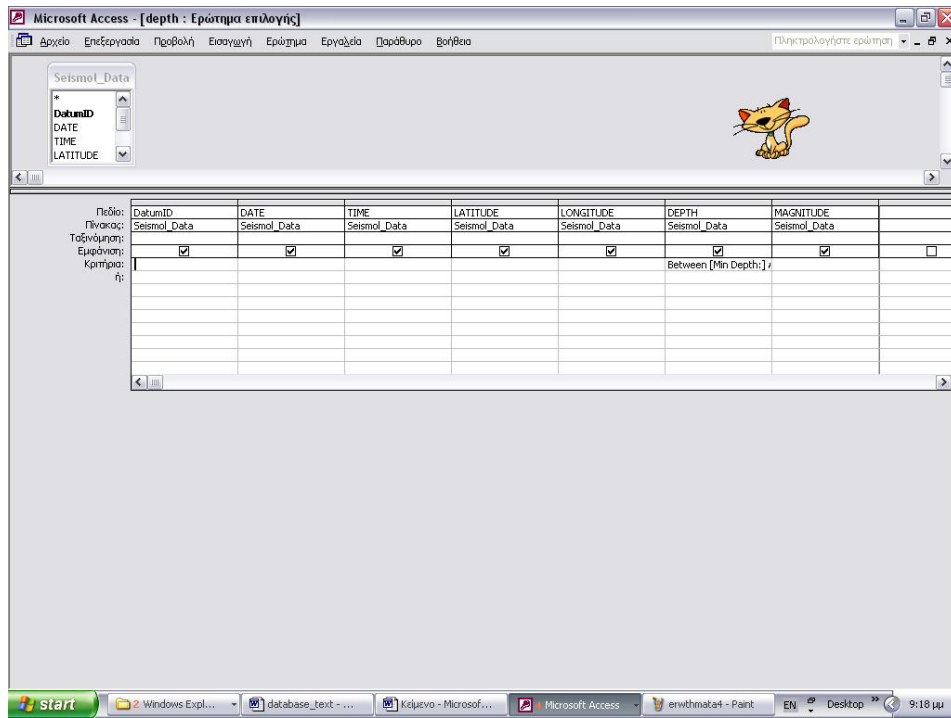
Αρχικά, από το κυρίως μενού της Access, επιλέγεται το Αντικείμενο "Ερωτήματα", στη συνέχεια "δημιουργία" και τέλος η "Επιλογή Ερωτήματος σε Προβολή Σχεδίασης". Ζητείται να καθορισθεί ο πίνακας στον οποίο περιέχονται τα δεδομένα που απαιτούνται για την δημιουργία του ερωτήματος αυτού. Έτσι, επιλέγεται ο πίνακας "Seismo1_Data" (αφού το "Depth" είναι πεδίο του πίνακα αυτού). Προστίθενται, έπειτα, στη γραμμή σχεδίασης "πεδία" όλα τα πεδία του πίνακα που επιθυμείται να εμφανίζονται στην έκθεση (στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται επιλογή όλων). Στη γραμμή σχεδίασης "Κριτήρια" μόνο στο πεδίο "Depth" πληκτρολογείται: **Between [Min Depth:] And [Max Depth:]**. Αυτό το κριτήριο επιτρέπει στο χρήστη να θέσει μια οποιαδήποτε ελάχιστη και μέγιστη τιμή βάθους σεισμού. Ότι περικλείεται στις αγκύλες ([]) γίνεται το όνομα με το οποίο η Access θα αναγνωρίζει την παράμετρο. Η Access εμφανίζει αυτό το όνομα σε ένα πλαίσιο διαλόγου όταν εκτελείται το ερώτημα.



Εικόνα 14: Αρχική δημιουργία ερωτήματος



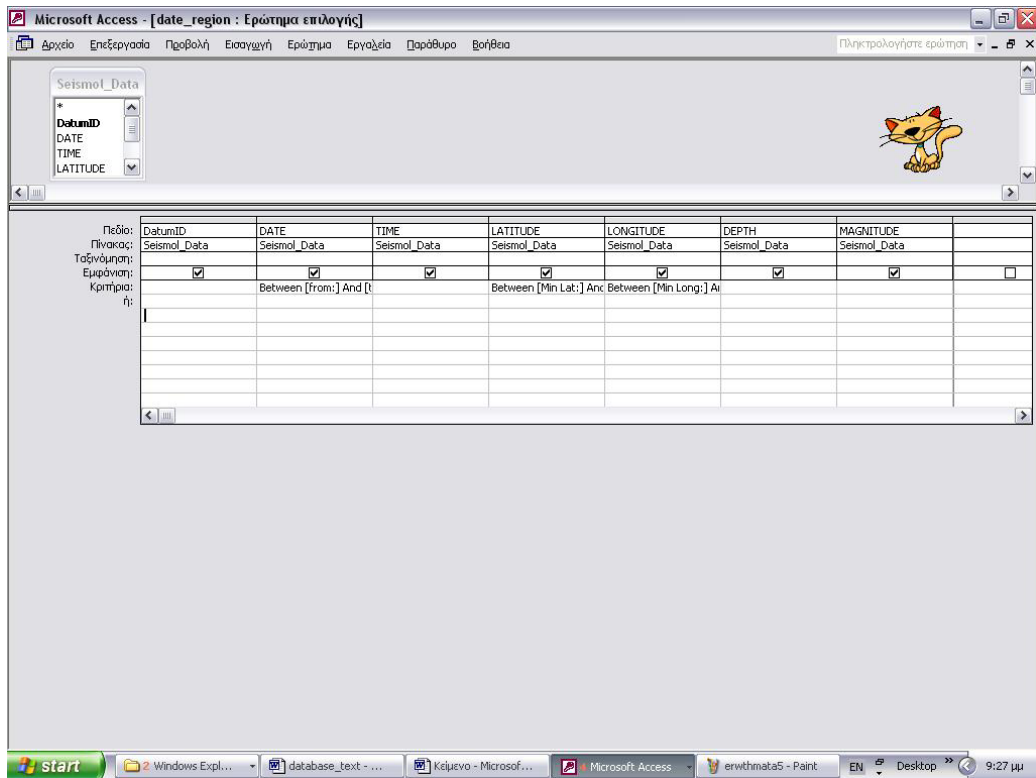
Εικόνα 15: Επιλογή πίνακα "Seismol_data" για δημιουργία του ερωτήματος "depth"



Εικόνα 16: Τα πεδία του Ερωτήματος “depth” και ορισμός του κριτηρίου για μέγιστο και ελάχιστο βάθος σεισμού

4.8.3.1.2. Ερώτημα “Date_Region”

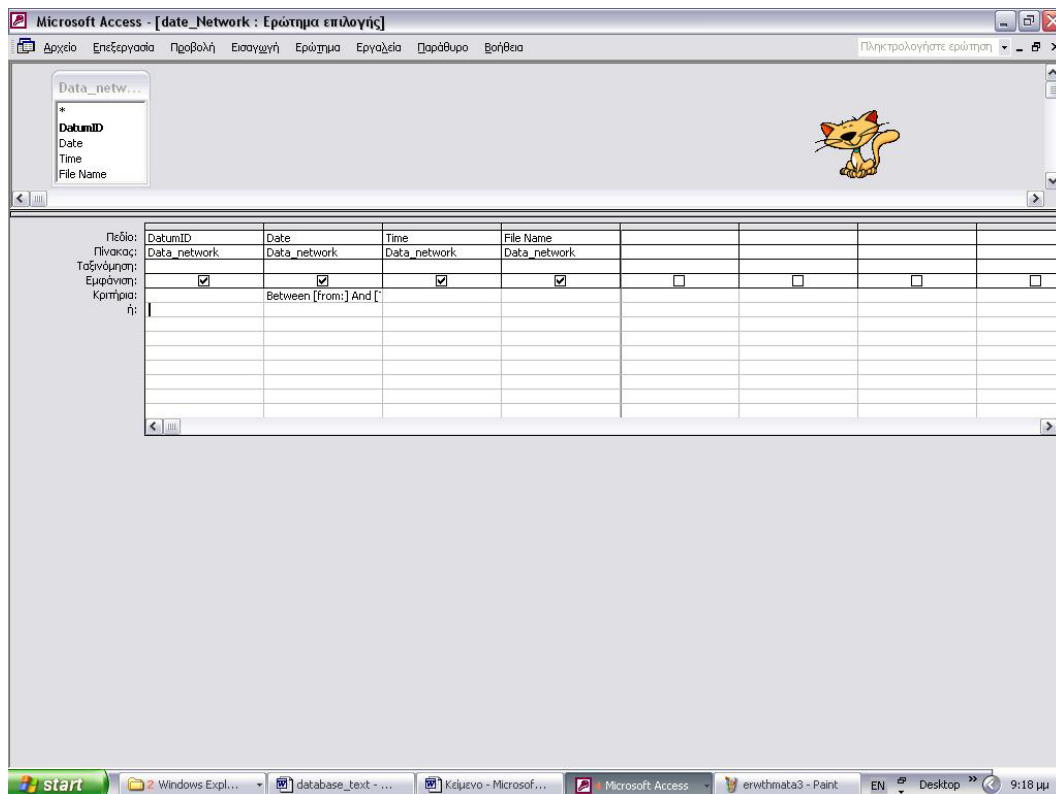
Ομοίως, για την δημιουργία αυτού του ερωτήματος ακολουθούνται τα παραπάνω βήματα. Αφού επιλεγούν όλα τα πεδία στην ομώνυμη γραμμή σχεδίασης, στην γραμμή σχεδίασης “κριτήρια” στο πεδίο “Date” πληκτρολογείται **Between [From:] And [To:]**, ενώ στα πεδία “Latitude” και “Longitude” πληκτρολογείται **Between [Min Lat:] And [Max Lat:]** και **Between [Min Long:] And [Max Long:]** αντιστοίχως. Αυτά τα κριτήρια παρέχουν στον χρήστη τη δυνατότητα να λάβει εγγραφές σε οποιοδήποτε χρονικό παράθυρο μεταξύ 1964 και 2003 και σε οποιαδήποτε περιοχή του Νοτίου Αιγαίου που αυτός επιθυμεί.



Εικόνα 17: Τα πεδία του Ερωτήματος "Date_Region" και ορισμός των κριτηρίων για το χρονικό παράθυρο και για μέγιστες και ελάχιστες τιμές γεωγραφικού μήκους και πλάτους

4.8.3.1.3. Ερώτημα "Date_Network"

Ακολουθείται όμοια διαδικασία για τη δημιουργία και αυτού του ερωτήματος μόνο που σε αυτή την περίπτωση ο πίνακας που επιλέγεται είναι ο Data_Network. Και εδώ, στην γραμμή σχεδίασης "Κριτήρια" στο πεδίο "Date" πληκτρολογείται **Between [From:] And [To:]** για τον ίδιο λόγο, δηλαδή την δυνατότητα επιλογής ενός οποιοδήποτε χρονικού παραθύρου.



Εικόνα 18: Τα πεδία του Ερωτήματος "Date_Network" και ορισμός του κριτηρίου για το χρονικό παράθυρο

4.8.4. Αναφορές (Reports) :

Ο καλύτερος τρόπος για τη δημιουργία ενός τυπωμένου εγγράφου πληροφοριών που έχουν εξαχθεί από δεδομένα μιας βάσης είναι οι αναφορές. Αυτές βασίζονται σε έναν πίνακα ή ερώτημα. Στην παρούσα εφαρμογή οι αναφορές έχουν βασιστεί μόνο σε ερωτήματα, οπότε έχουν τον ίδιο αριθμό και όνομα με τα αντίστοιχα ερωτήματα, δηλαδή:

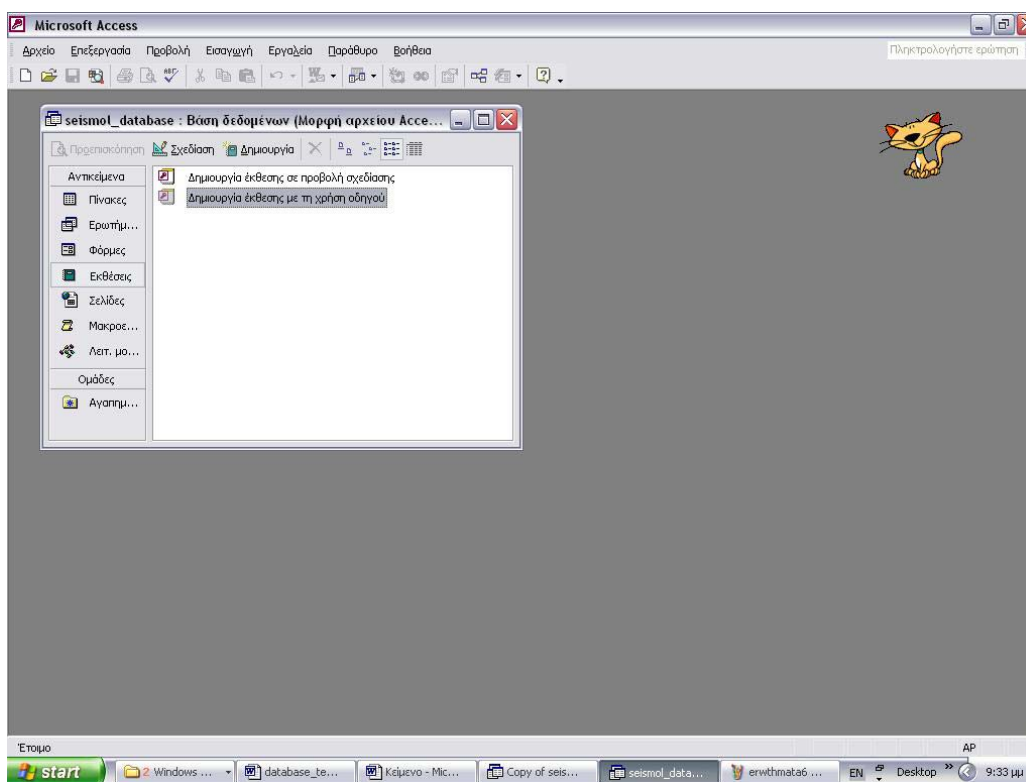
"Date", "Date_Magnitude", "Date_Depth", "Date_Region", "Depth", "Depth_Magnitude", "Magnitude", "Region", "Region_Depth", "Region_Magnitude" & "Main" (All Parameters).

Ενδεικτικά παρακάτω αναφέρεται αναλυτικά η δημιουργία των αναφορών "Depth", "Date_Region" και "Date_Network" (δηλαδή των αντίστοιχων αναφορών των ερωτημάτων που έγινε ανάλυση προηγουμένως).

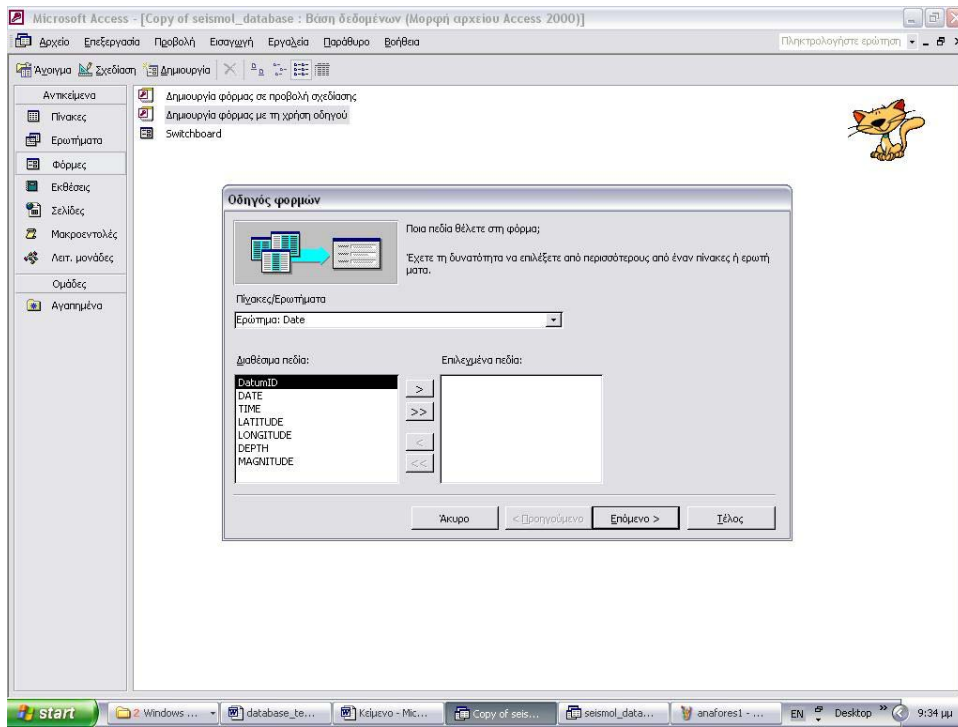
4.8.4.1. Επεξήγηση Αναφορών

Αρχικά, από το κυρίως μενού της Access, επιλέγεται το Αντικείμενο "Εκθέσεις", στη συνέχεια "δημιουργία" και τέλος "Οδηγός Εκθέσεων". Αυτή η διαδικασία (με χρήση Wizard) είναι ένας εύκολος τρόπος δημιουργίας εκθέσεων αυτομάτως, επιλέγοντας απλά τον πίνακα ή το ερώτημα προέλευσης των δεδομένων του αντικειμένου. Για την συγκεκριμένη αναφορά επιλέγεται στην

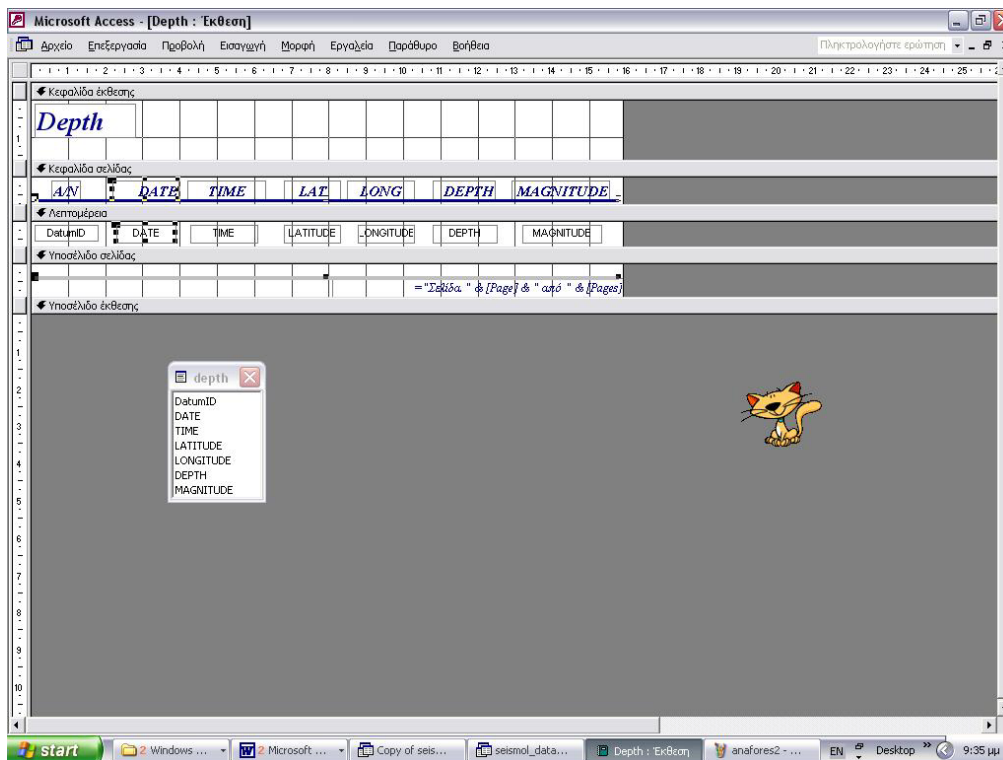
γραμμή επιλογής το ερώτημα "Depth". Στη συνέχεια, ακολουθώντας τις εντολές του Οδηγού, από τα διαθέσιμα πεδία, επιλέγονται όσα επιθυμείται να εμφανίζονται στην έκθεση, καθώς και η διάταξη, η ομαδοποίηση και το στυλ της. Τέλος, εμφανίζεται η έκθεση που δημιουργήθηκε σε "Προβολή Σχεδίασης" όπου γίνονται και οι τελικές διορθώσεις. Ομοίως και για τις αναφορές "Date_Region" και "Date_Network", με τη διαφορά ότι επιλέγονται στην γραμμή επιλογής τα ερωτήματα "Date_Region" και "Date_Network" αντιστοίχως.



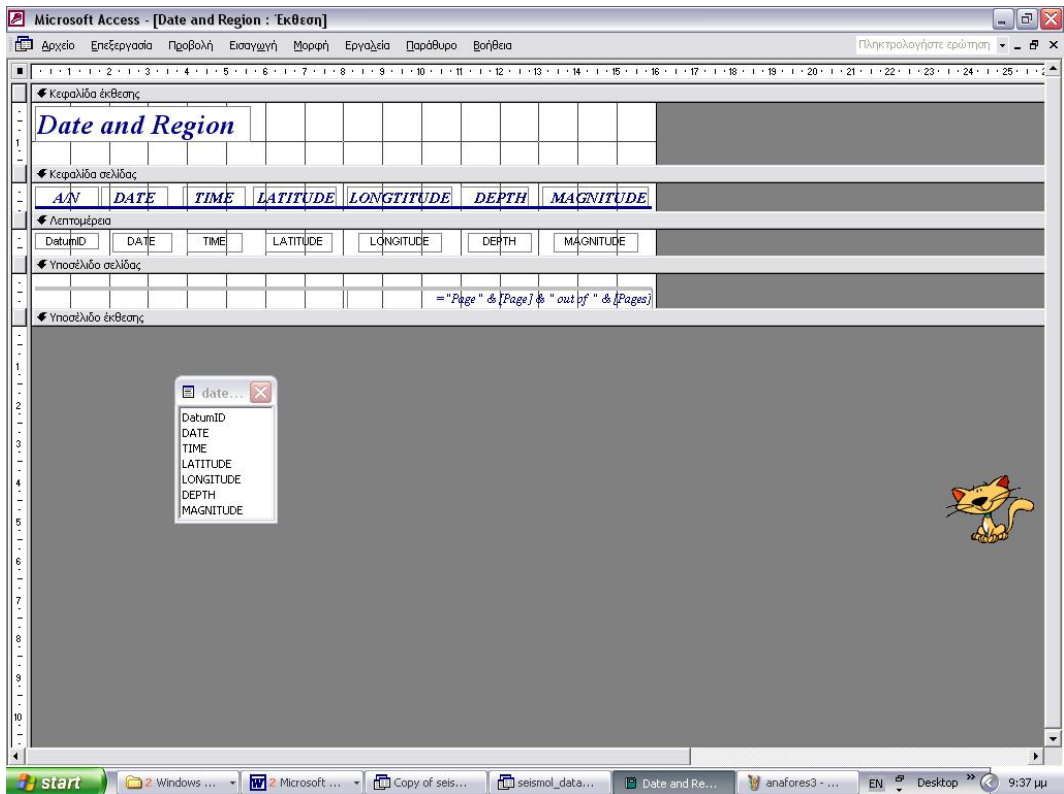
Εικόνα 19: Αρχική δημιουργία Έκθεσης με τη χρήση Οδηγού



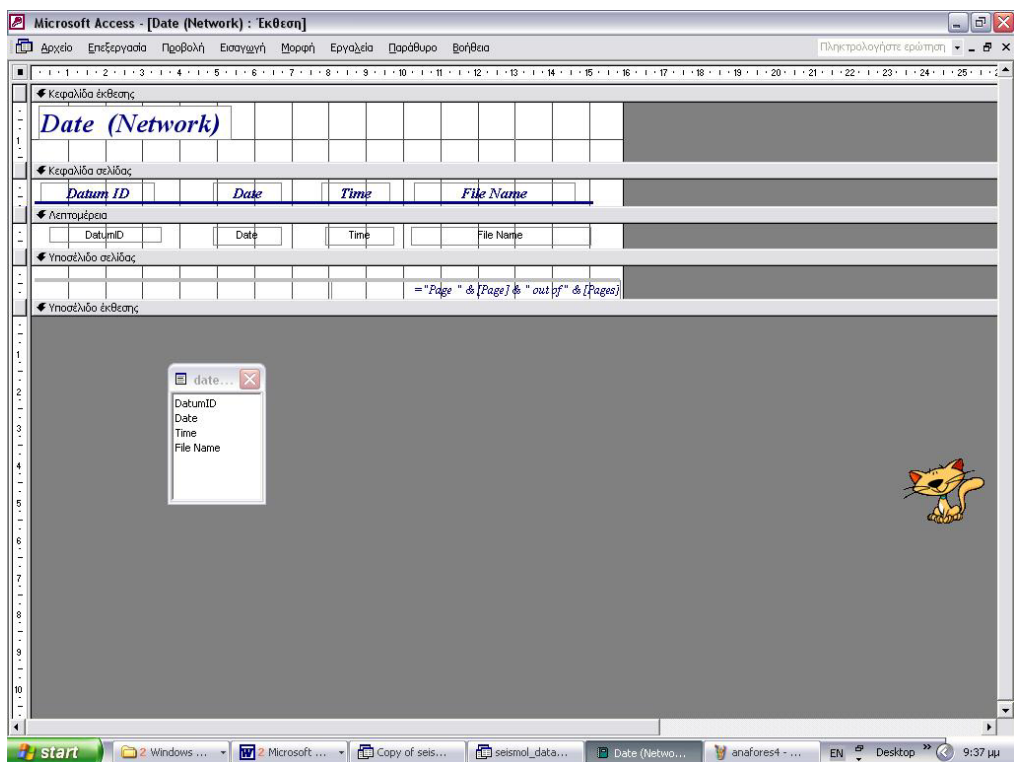
Εικόνα 20: Διαδικασία δημιουργία Έκθεσης με τη χρήση Οδηγού



Εικόνα 21: Αναφορά "Depth" σε προβολή σχεδίασης



Εικόνα 22: Αναφορά "Date and Region" σε προβολή σχεδίασης



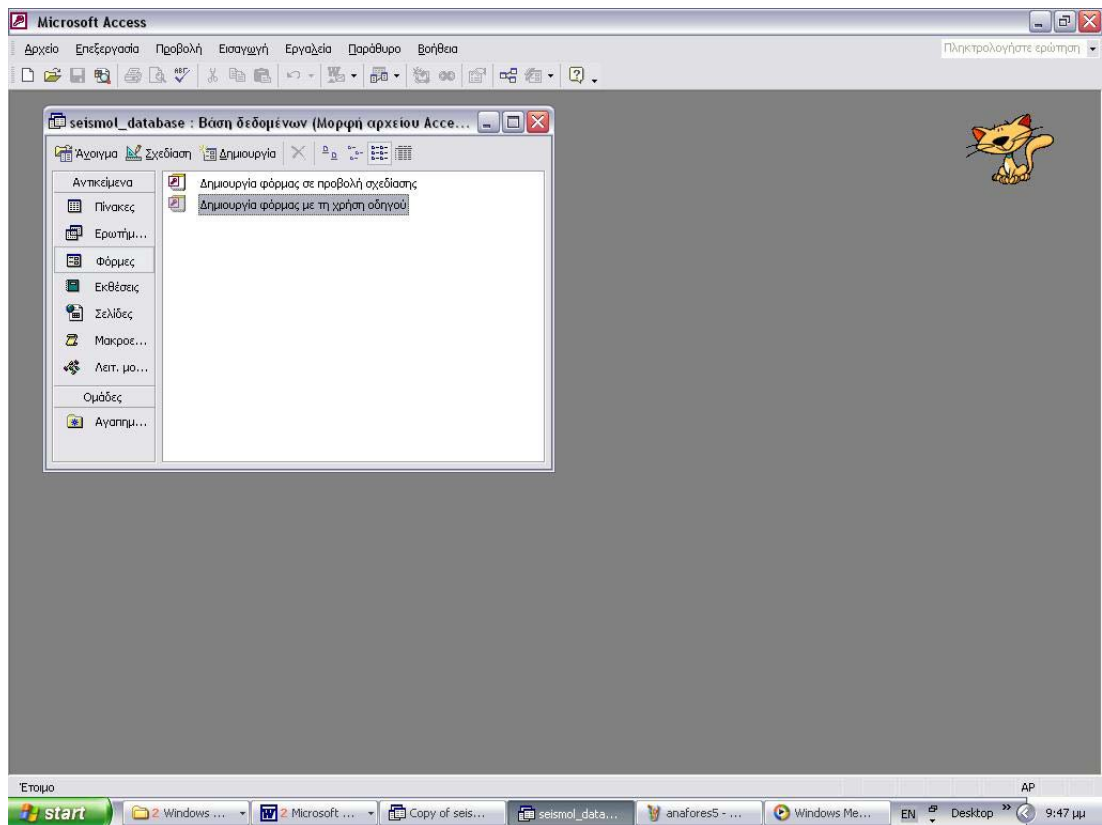
Εικόνα 23: Αναφορά "Date (Network)" σε προβολή σχεδίασης

4.8.5. Φόρμα (Form) :

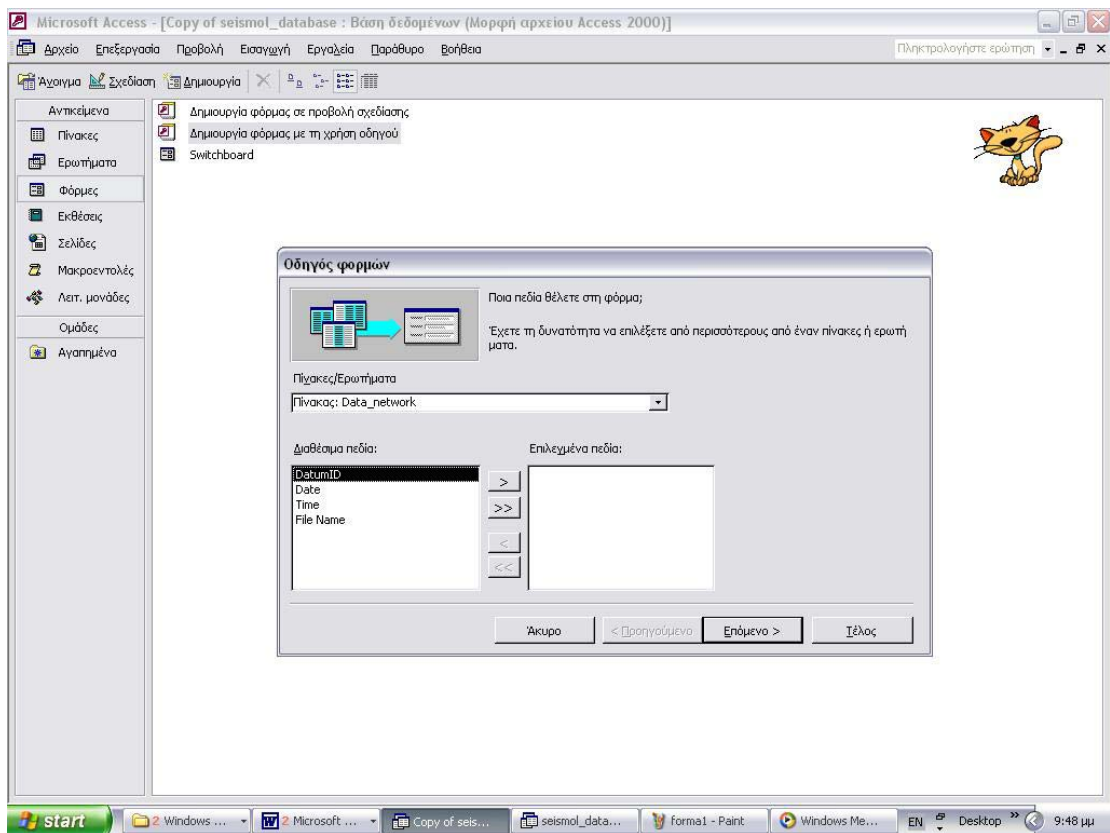
Αφού ολοκληρωθεί και το στάδιο δημιουργίας όλων των εκθέσεων, παραμένει μόνο η τελική παρουσίαση όλων που είναι, φυσικά, οι φόρμες. Μπορεί να σχεδιαστεί μία φόρμα για πολλούς διαφορετικούς σκοπούς, όπως είναι η παρουσίαση και διόρθωση δεδομένων, ο έλεγχος της ροής της εφαρμογής, η εισαγωγή δεδομένων, η εμφάνιση μηνυμάτων και η εκτύπωση πληροφοριών. Στη παρούσα εφαρμογή, λόγω του απλού του χαρακτήρα της βάσης, υπάρχει μία και μοναδική φόρμα (Switchboard). Πρόκειται για μία φόρμα με πολλά επίπεδα, όπου κάθε κουμπί περιέχει σε κάθε επίπεδο άλλη εντολή. Ακολουθεί παρακάτω εκτενής ανάλυση της δημιουργίας και του περιεχομένου της.

4.8.5.1. Επεξήγηση φόρμας Switchboard

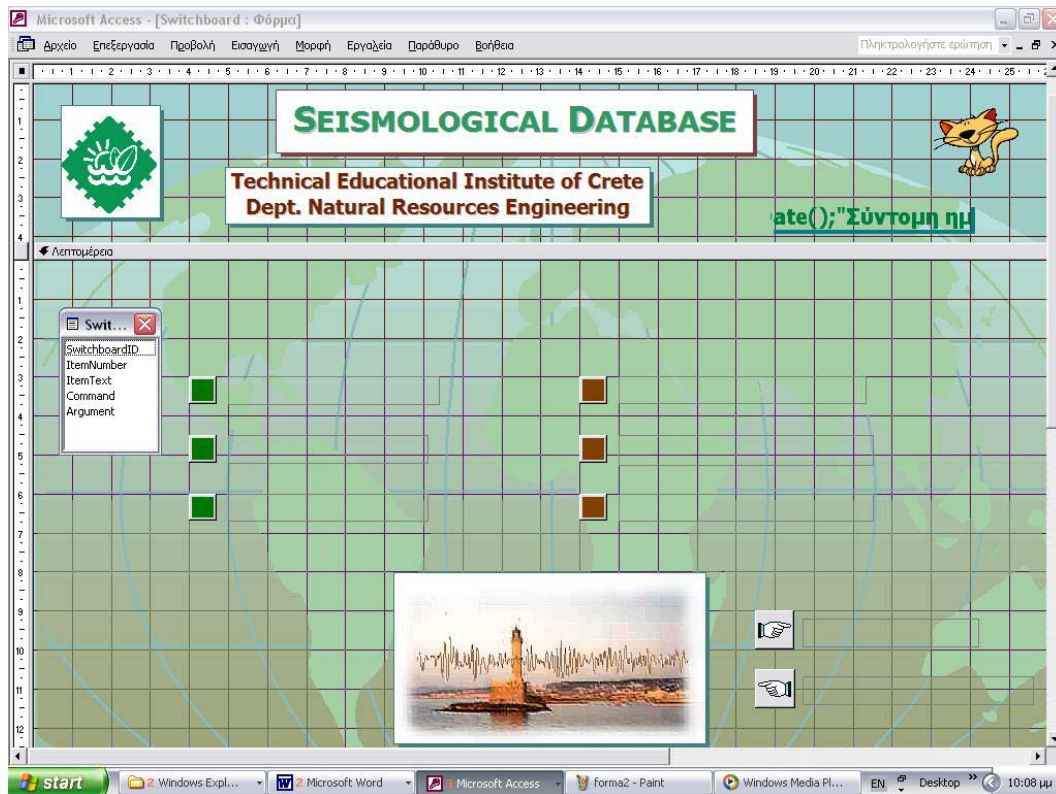
Αρχικά, από το κυρίως μενού της Access, επιλέγεται το Αντικείμενο "Φόρμες", στη συνέχεια "δημιουργία" και τέλος "Οδηγός Φορμών". Και σε αυτή την περίπτωση, όπως και για την δημιουργία Εκθέσεων, επιλέγεται ο οδηγός Wizard για λόγους ευκολίας, αφού αυτομάτως, επιλέγοντας απλά τον πίνακα ή το ερώτημα προέλευσης των δεδομένων του αντικειμένου, δημιουργείται η ζητούμενη φόρμα. Στη συνέχεια, ακολουθώντας τις εντολές του Οδηγού, από τα διαθέσιμα πεδία, επιλέγονται όσα επιθυμούνται να εμφανίζονται στη φόρμα, καθώς και η διάταξη, η ομαδοποίηση και το στυλ της. Τέλος, εμφανίζεται η φόρμα που δημιουργήθηκε σε "Προβολή Σχεδίασης". Από το κυρίως μενού επιλέγουμε Εργαλεία, Βοηθήματα Βάσης Δεδομένων, Διαχείριση Πίνακα Επιλογών. Εκεί, ουσιαστικά, ορίζεται η ιδιότητα κάθε κομβίου που αποτελεί την κυρίως φόρμα. Όπως προαναφέρθηκε, η φόρμα είναι μία αλλά αποτελείται από πολλά επίπεδα. Για παράδειγμα, το κομβίο "Seismological Data" που απεικονίζεται αρχικά στην φόρμα, αν επιλεγθεί, παίρνει αυτομάτως, στο δεύτερο επίπεδο, την ονομασία "Date only" και πλέον λειτουργεί για το φιλτράρισμα των δεδομένων με βάση την ημερομηνία.



Εικόνα 24: Αρχική δημιουργία φόρμας με τη χρήση Οδηγού



Εικόνα 25: Διαδικασία δημιουργίας φόρμας με τη χρήση Οδηγού

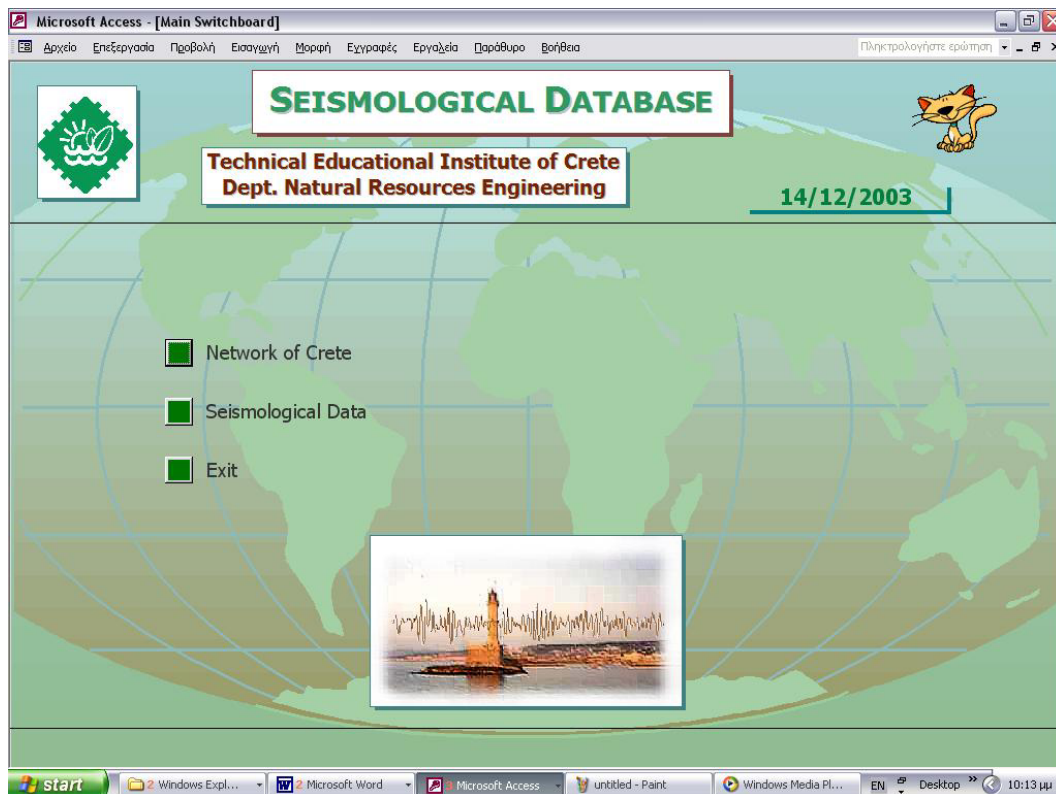


Εικόνα 26: Κυρίως φόρμα (switchboard) σε προβολή σχεδίασης

4.9. Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος

4.9.1. Κύρια Φόρμα Εφαρμογής

Πρόκειται για την φόρμα (Switchboard) που εμφανίζεται στην οθόνη όταν ανοίγει η εφαρμογή. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, περιλαμβάνει, σε πρώτο επίπεδο, τρία κομμάτια: Network of Crete, Seismological Data και Exit. Τα δύο πρώτα οδηγούν, αντιστοίχως, στο άνοιγμα των δύο τμημάτων της εφαρμογής, ενώ το τρίτο ("Exit") χρησιμοποιείται για την έξοδο του χρήστη από την εφαρμογή.

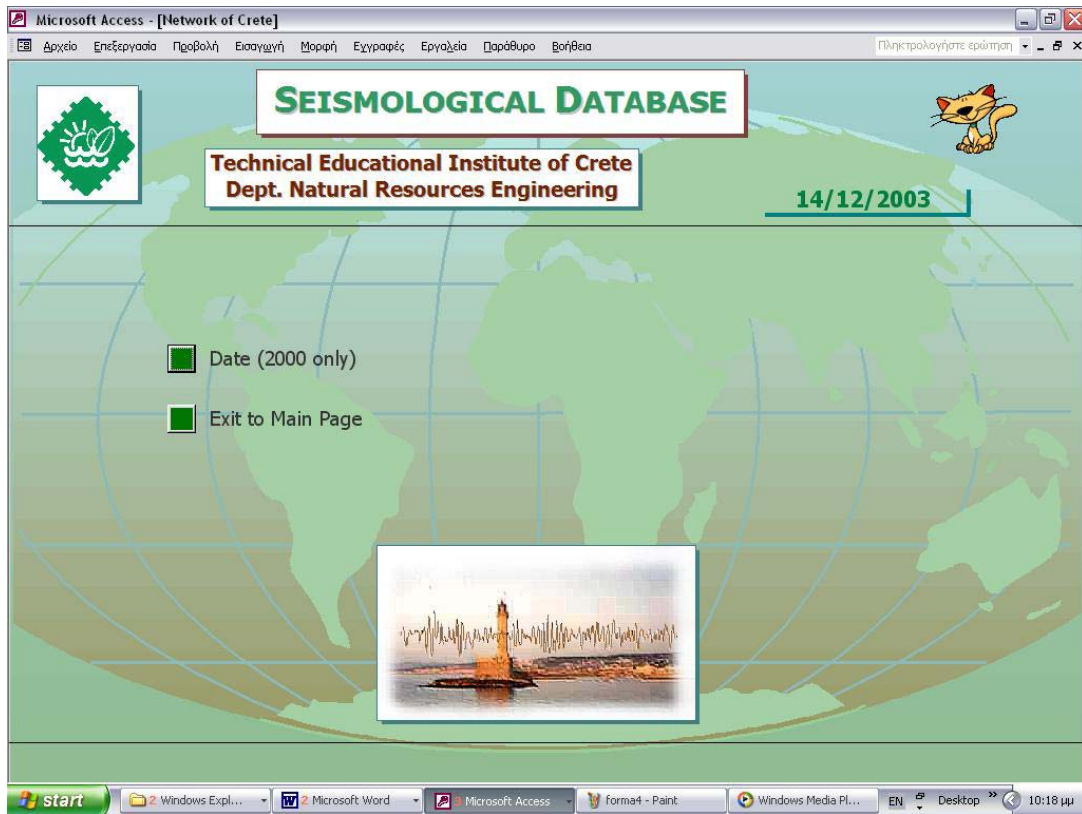


Εικόνα 27: Κυρίως φόρμα εφαρμογής (switchboard)

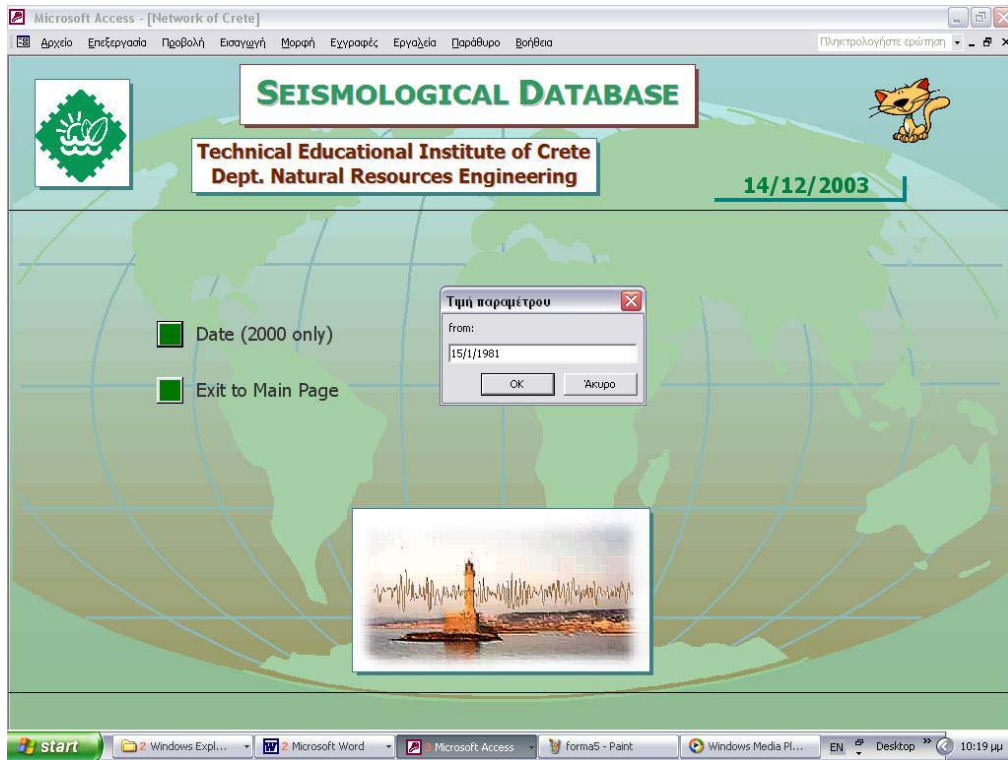
4.9.1.1. Επίπεδο Network of Crete

Το επίπεδο αυτό αποτελεί το πρώτο από τα δύο κυρίως μέρη της εφαρμογής. Όπως φαίνεται και στη εικόνα, υπάρχουν δύο κομβία: "Date (2000 only)" και "Exit to Main Page".

- Το πρώτο ("Date (2000 only)") δίνει την δυνατότητα να επιλέξει ο χρήστης ένα χρονικό παράθυρο (για το έτος 2000 μόνο) πληκτρολογώντας την ελάχιστη (From:) και μέγιστη (To:) ημερομηνία.
- Το δεύτερο ("Exit to Main Page") χρησιμοποιείται για την έξοδο στην κεντρική σελίδα.



Εικόνα 28: Ενημέδο Network of Crete

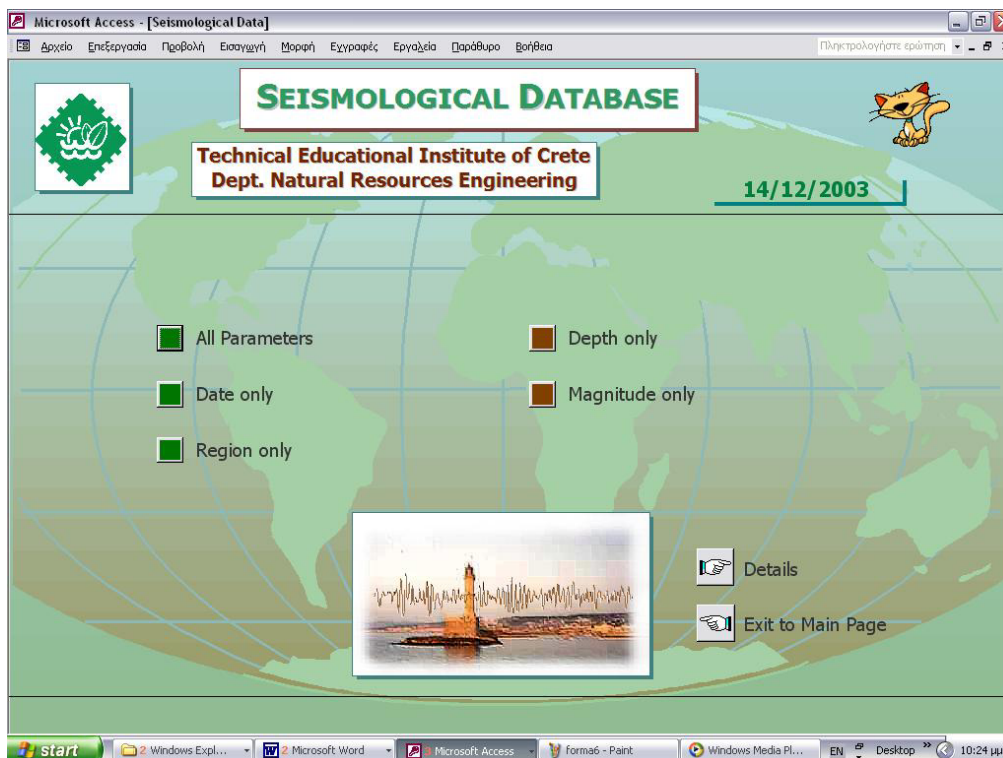


Εικόνα 29: Εφαρμογή του κομβίου "Date (2000 only)"

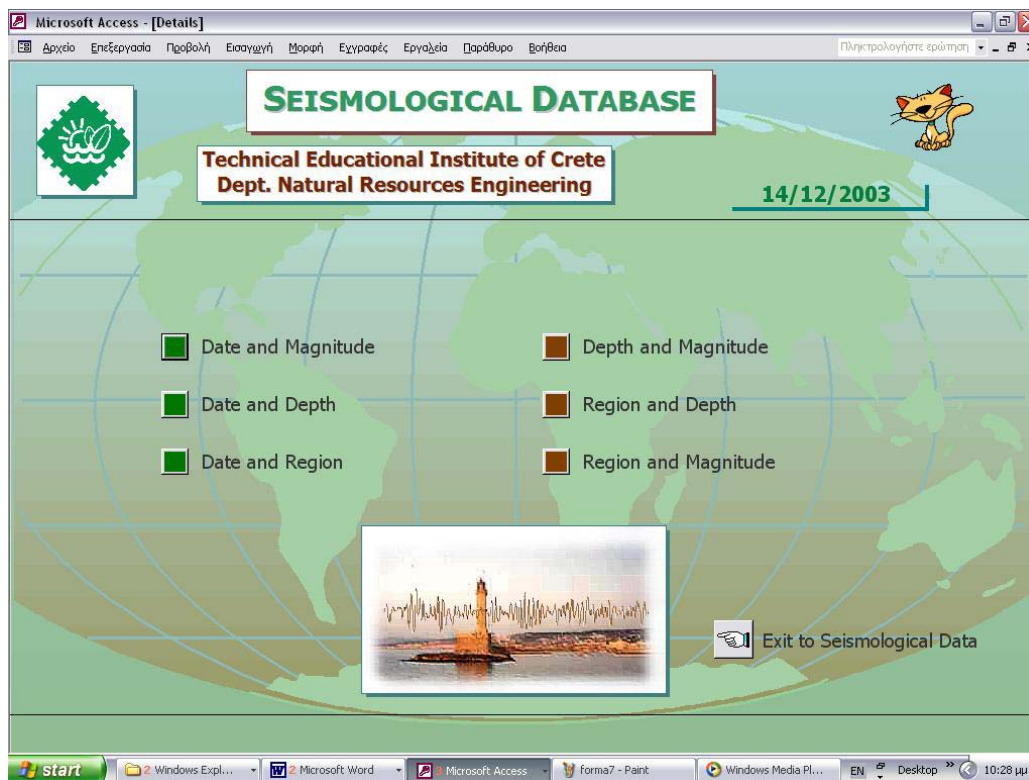
4.9.1.2. Επίπεδο Seismological Data

Αποτελεί το δεύτερο και το πιο σημαντικό μέρος της εφαρμογής. Αρχικά εμφανίζονται επτά κομβία "All Parameters", "Date Only", "Region Only", "Depth Only", "Magnitude Only", "Details" και "Exit to Main Page".

- Το πρώτο ("All Parameters") δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει εγγραφές δίνοντας ελάχιστες και μέγιστες τιμές σε όλες τις παραμέτρους: "Date", "Region", "Depth" και "Magnitude".
- Τα επόμενα τέσσερα ("Date Only", "Region Only", "Depth Only", "Magnitude Only") χρησιμεύουν στην εύρεση εγγραφών δίνοντας ελάχιστες και μέγιστες τιμές αποκλειστικά και μόνο στην ομώνυμη παράμετρο. Παραδείγματος χάρη, στην περίπτωση του "Magnitude Only" ζητείται ελάχιστη και μέγιστη τιμή του μεγέθους σεισμών.
- Το έκτο ("Details") οδηγεί σε άλλη σελίδα της φόρμας. Εδώ εμφανίζονται τα εξής επτά κομβία: "Date and Magnitude", "Date and Depth", "Date and Region", "Depth and Magnitude", "Region and Depth", "Region and Magnitude" και "Exit to Main Page". Τα έξι πρώτα αποτελούν, ουσιαστικά, συνδυασμό όλων των παραμέτρων μεταξύ τους, ενώ το τελευταίο χρησιμοποιείται για μετάβαση του χρήστη στο προηγούμενο επίπεδο (Seismological Data).
- Το έβδομο κόμβιο ("Exit to Main Page") χρησιμοποιείται για έξοδο στην κεντρική σελίδα.



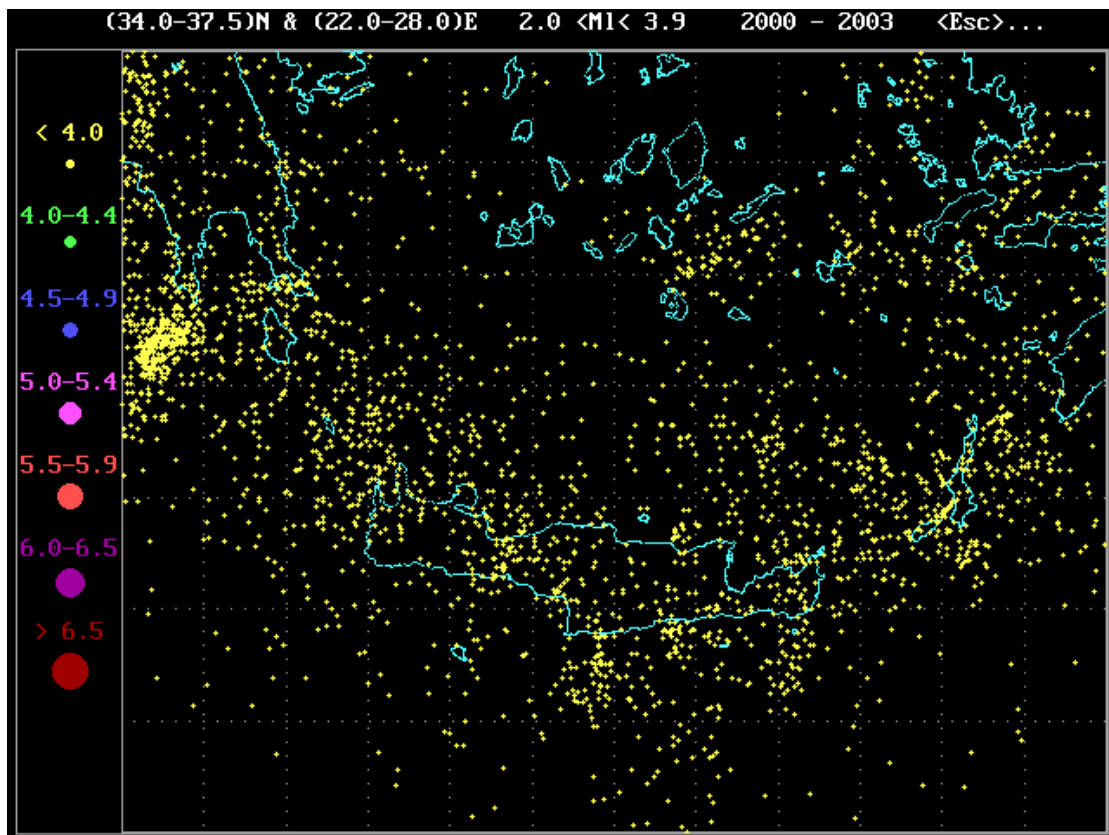
Εικόνα 30: Επίπεδο Seismological Data



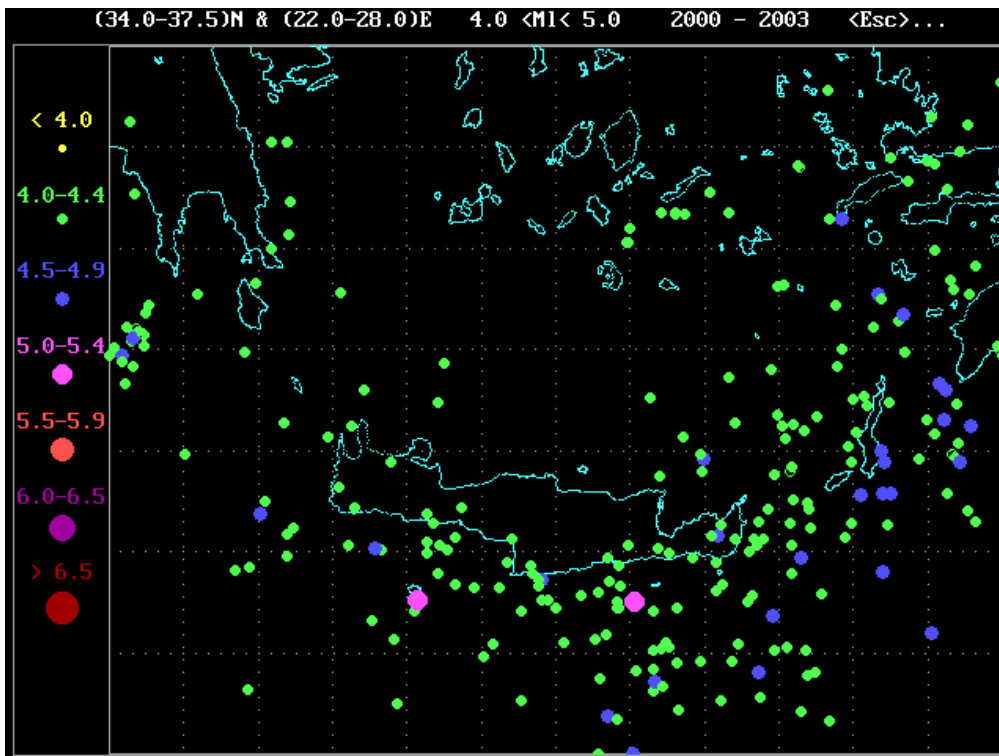
Εικόνα 31: Επίπεδο Details

5. Παρουσίαση Σεισμικότητας Κρήτης & Νότιου Τμήματος Ελληνικού Τόξου

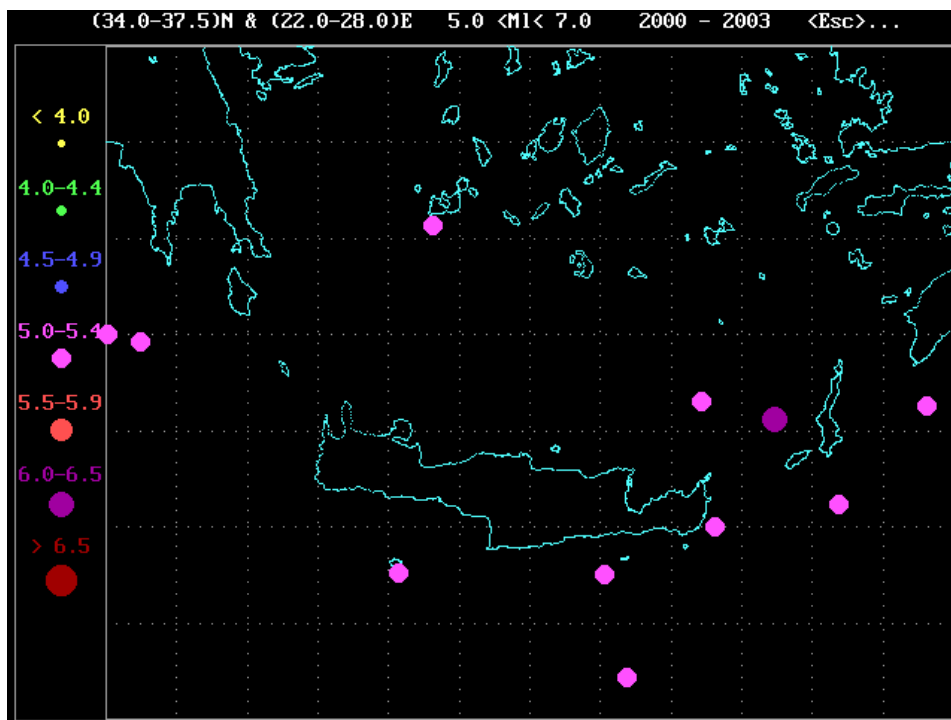
Σε αυτή τη παράγραφο γίνεται περιγραφή της σεισμικότητας της Κρήτης και του νότιου τμήματος του Ελληνικού Τόξου με τη βοήθεια του προγράμματος που έχει κατασκευαστεί από τον καθηγητή του τμήματος ηλεκτρονικής και επιβλέπων της παρούσας πτυχιακής εργασίας Ιωάννη Μακρή. Σε αυτό το πρόγραμμα αρχικά εκλέγονται οι συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος), η επιθυμητή χρονική περίοδος, το ελάχιστο και μέγιστο μέγεθος και τέλος παρουσιάζονται τα γεγονότα σε ένα χάρτη, έτσι όπως φαίνεται παρακάτω.



Σεισμικότητα Κρήτης & νότιου τμήματος Ελληνικού Τόξου (34° - 38° N το γεωγραφικό πλάτος και 21° - 28° E το γεωγραφικό μήκος) για τη χρονική περίοδο 2000-2003 για τοπικό μέγεθος από 2 έως 3.9.



Σεισμικότητα Κρήτης & νότιου τμήματος Ελληνικού Τόξου (34°-38°N το γεωγραφικό πλάτος και 21°-28°E το γεωγραφικό μήκος) για τη χρονική περίοδο 2000-2003 για τοπικό μέγεθος από 3 έως 5.



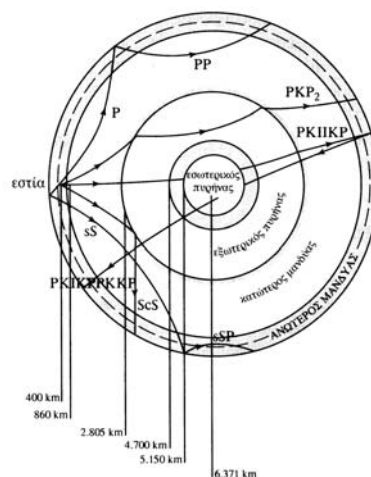
Σεισμικότητα Κρήτης & νότιου τμήματος Ελληνικού Τόξου (34°-38°N το γεωγραφικό πλάτος και 21°-28°E το γεωγραφικό μήκος) για τη χρονική περίοδο 2000-2003 για τοπικό μέγεθος από 5 έως 7.

6. Θεωρία για ανάλυση των σεισμικών γεγονότων

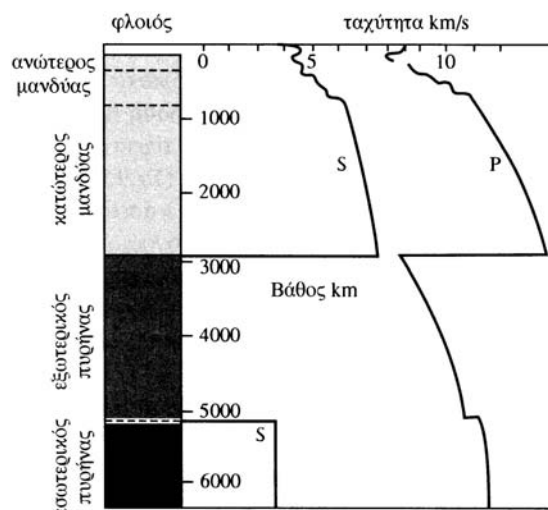
6.1. Διάδοση Σεισμικών Κυμάτων στο Εσωτερικό της Γης

Τα παραγόμενα στην εστία ενός σεισμικού γεγονότος διαμήκη (P) και εγκάρσια (S) κύματα χώρου διαδίδονται στο εσωτερικό της Γης και φθάνουν στην επιφάνειά της όπου και καταγράφονται από σταθμούς σεισμικών μετρήσεων. Αν η εστία και ο χρόνος γένεσης μίας σεισμικής διέγερσης (π.χ. πυρηνική ή άλλη έκρηξη, σεισμός) είναι γνωστά με μεγάλη ακρίβεια, καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός των επικεντρικών αποστάσεων ανάδυσης, Δ και των αντίστοιχων χρόνων διαδρομής, T των σεισμικών κυμάτων χώρου που διαδίδονται στο εσωτερικό της Γης. Με τον τρόπο αυτό δομούνται οι πίνακες και χαράσσονται οι καμπύλες χρόνων διαδρομής, $T=f(\Delta)$. Οι ταχύτητες διάδοσης των κυμάτων χώρου μεταβάλλονται κυρίως με το βάθος και πολύ λιγότερο οριζόντια. Όταν η μεταβολή (αύξηση) αυτή είναι συνεχής και η βαθμίδα της, du/dz είναι μικρή θεωρούμε ότι επικρατεί κανονική μεταβολή της ταχύτητας με το βάθος, γεγονός που είναι και το πλέον σύνηθες. Υπάρχουν όμως και περιοχές-επιφάνειες του εσωτερικού της Γης που η ταχύτητα δεν μεταβάλλεται κανονικά και ιδιαίτερα, που μεταβάλλεται απότομα (ασυνέχειες ταχυτήτων).

Η ασυνέχεια Mohorovičić και η ασυνέχεια Gutenberg χωρίζουν το φλοιό από τον μανδύα και το μανδύα από τον πυρήνα αντίστοιχα και καλούνται ασυνέχειες πρώτης τάξης. Ο φλοιός (πάχος από 5-60Km) διακρίνεται στο ανώτερο ιζηματογενές στρώμα, το "γρανιτικό" και το "βασαλτικό" στρώματα που χωρίζονται από την ασυνέχεια Conrad (ο ωκεάνιος φλοιός δεν έχει γρανιτικό στρώμα). Η ασυνέχεια Repetti χωρίζει το μανδύα σε ανώτερο και κατώτερο. Επίσης, ο πυρήνας διακρίνεται σε εσωτερικό και εξωτερικό. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται στον εξωτερικό πυρήνα, γεγονός που υποδηλώνει ότι βρίσκεται σε υγρή κατάσταση.



Σχήμα 63: Διαχωρισμός της Γης σε διάφορα υποστρώματα και η ονοματολογία των διαφόρων σεισμικών φάσεων (Τσελέντης, 1997).



Σχήμα 64: Η κατανομή των σεισμικών ταχυτήτων στο εσωτερικό της Γης (Τσελέντης, 1997).

Το γεγονός ότι η Γη έχει πεπερασμένες διαστάσεις και δεν είναι ομογενής έχει ως συνέπεια τη διάθλαση, ανάκλαση, περίθλαση, σκέδαση, απόσβεση κλπ. των διαδιδόμενων στο εσωτερικό της σεισμικών κυμάτων. Συνεπώς, πολλές κατηγορίες (φάσεις) σεισμικών κυμάτων παρατηρούνται, που διαφοροποιούνται ως προς το πλάτος, την περίοδο, την εν γένει μορφή τους, και ειδικότερα την φαινόμενη ταχύτητα διάδοσης.

Η τελευταία ορίζεται ως το αντίστροφο της κλίσης της καμπύλης χρόνων διαδρομής, $d\Delta/dT$, για απόσταση ίση με την επικεντρική απόσταση και ισούται με την πραγματική ταχύτητα στο κατώτερο σημείο της σεισμικής ακτίνας.

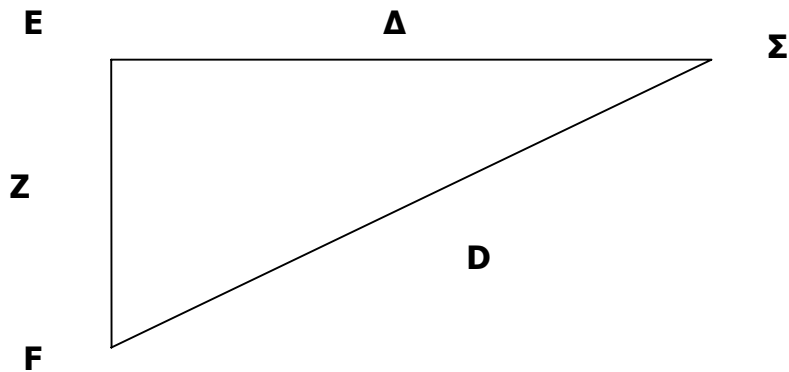
Διάδοση κυμάτων χώρου στο φλοιό: Η γνώση της ύπαρξης του "γρανιτικού" στρώματος οφείλεται στη φάση P_g των διαμήκων κυμάτων της οποία η φαινόμενη ταχύτητα είναι $\sim 5.6 \text{ km/s}$. Η αντίστοιχη εγκάρσια φάση έχει φαινόμενη ταχύτητα $\sim 3.4 \text{ km/s}$. Η ύπαρξη του "βασαλτικού" στρώματος συμπεραίνεται από τη διαμήκη φάση P (φαινόμενη ταχύτητα είναι $\sim 6.5 \text{ km/s}$) και την εγκάρσια S_b (φαινόμενη ταχύτητα είναι $\sim 3.7 \text{ km/s}$). Η ασυνέχεια Mohorovicic οφείλει την ανακάλυψή της στη διαμήκη φάση P_n (φαινόμενη ταχύτητα είναι $\sim 8.1 \text{ km/s}$) και την εγκάρσια S_n (φαινόμενη ταχύτητα είναι $\sim 4.4 \text{ km/s}$).

6.2. Προσδιορισμός του Εστιακού Βάθους Επιφανειακών Τοπικών Σεισμών

Αν η εστία ενός σεισμικού γεγονότος ευρίσκεται εντός του φλοιού και το επίκεντρο του σεισμού εντοπίζεται με αρκετή ακρίβεια και πλησίον σεισμομετρικού σταθμού, τότε το εστιακό βάθος, Z , προσεγγίζεται με την εφαρμογή της σχέσης: $Z^2 = D^2 - \Delta^2$, όπου Δ η επικεντρική απόσταση και D η απόσταση της εστίας από το σταθμό (Σχ.65). Για τον υπολογισμό της εστιακής απόστασης, D , πρέπει να δίδονται οι ταχύτητες α και β των διαμήκων και εγκάρσιων κυμάτων στο χώρο μεταξύ

της εστίας και του σταθμού καθώς και οι χρόνοι άφιξης στο σταθμό, t_p και t_s των απευθείας P και S κυμάτων αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή, ο συνδυασμός των σχέσεων $D = \alpha \cdot t_p$ & $D = \beta \cdot t_s$

παρέχει τη σχέση για τον υπολογισμό της εστιακής απόστασης: $D = \frac{\alpha \cdot \beta}{\alpha - \beta} (t_s - t_p)$.



Σχήμα 65: προσέγγιση του εστιακού βάθους Z

6.3. Προσδιορισμός του Σεισμικού Μεγέθους

Κατά τη γένεση ενός σεισμού απελευθερώνεται η συσσωρευμένη στο σειсмоγόνο χώρο ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης. Θα ήταν δυνατή η ιεράρχηση των σεισμικών γεγονότων με κριτήριο την εκλυόμενη σεισμική ενέργεια, δυστυχώς όμως ο ακριβής υπολογισμός της είναι πρακτικά αδύνατος. Οι προσπάθειες εστράφησαν στην εκτίμηση της σεισμικής ενέργειας με βάση χαρακτηριστικά (πλάτη, φασματικό περιεχόμενο, διάρκεια) των σειсмоγραμμάτων από διάφορους σταθμούς. Την απάντηση στο πρόβλημα της “μέτρησης” των σεισμών έδωσε πρώτος ο Αμερικανός σεισμολόγος Charles Richter (Εικόνα 32) εισάγοντας την κλίμακα Richter το 1935.



Εικόνα 32: Charles Richter ο εμπνευστής της ομώνυμης κλίμακας σεισμικών μεγεθών (Τσελέντης, 1997).

Τοπικό μέγεθος, M_L : Σε μια περιοχή λειτουργεί δίκτυο από σεισμόμετρα και έστω ότι προς το κέντρο του συμβαίνει ένας σεισμός. Από τα σειсмоγράμματα θα διαπιστώσουμε ότι τα πλάτη των σεισμικών κυμάτων θα ελαττώνονται με την απόσταση, ακολουθώντας κάποιο συγκεκριμένο νόμο εξασθένησης που χαρακτηρίζει την περιοχή. Αν στην ίδια περιοχή γίνουν και άλλοι σεισμοί θα εμφανίζεται η ίδια συμπεριφορά (όχι βέβαια ίδιες ακριβώς αναγραφές), καθώς ο τρόπος που θα ελαττώνονται τα σεισμικά πλάτη με την απόσταση θα είναι σε γενικές γραμμές ο ίδιος, αφού τη συγκεκριμένη περιοχή θα χαρακτηρίζει ο ίδιος νόμος εξασθένησης. Η γραφική παράσταση των σεισμικών πλατών αναγραφής (σε λογαριθμική κλίμακα), που αντιστοιχούν σε διαφορετικούς σεισμούς, συναρτήσει της εστιακής απόστασης θα είναι παρόμοια φθίνουσες καμπύλες αλλά παράλληλα μετατοπισμένες μεταξύ τους και το μέτρο της παράλληλης μετατόπισης δύο καμπύλων θα ορίζει τη διαφορά των μεγεθών των δύο αντίστοιχων σεισμών. Ορίζοντας αυθαίρετα ένα σεισμό σαν *πρότυπο* ή *μηδενικού* μεγέθους και χαράζοντας την αντίστοιχη καμπύλη εξασθένησης, η διαφορά του λογαρίθμου του μέγιστου πλάτους αναγραφής ενός σεισμού σε τυχούσα απόσταση και του λογαρίθμου του πλάτους του πρότυπου σεισμού στην ίδια απόσταση θα είναι το τοπικό μέγεθος M_L του σεισμού. Τον πρότυπο σεισμό όρισε ο Richter σαν το σεισμό ο οποίος καταγράφεται με μέγιστο πλάτος $A_0=1\text{mm}$ από βραχείας περιόδου σεισμόμετρο στρέψης Wood-Anderson ($T_0=0.8\text{s}$, $M=2800\text{gr}$, $\xi=0.7$), που ευρίσκεται σε απόσταση 100km από το σεισμικό επίκεντρο. Το τοπικό μέγεθος λοιπόν υπολογίζεται από τη σχέση

$$M_L = \log \frac{A}{A_0} + S = \log A - \log A_0 + S$$

όπου A είναι ο μέσος όρος των μέγιστων πλατών (σε mm) αναγραφής του σεισμού από τα δυο οριζόντια σεισμόμετρα Wood Anderson ενός σταθμού και A_0 είναι το αντίστοιχο πλάτος αναγραφής του πρότυπου σεισμού στην ίδια απόσταση και S μια διορθωτική σταθερά που εξαρτάται από τη θέση καταγραφής. Μια αναλυτική έκφραση για τον όρο $-\log A_0$ είναι η ακόλουθη

$$-\log A_0 = \alpha \log \left(\frac{R}{100} \right) + b(R - 100) + S$$

όπου α, b είναι σταθερές που έχουν να κάνουν με τη γεωμετρική εξασθένηση και την ανελαστική απόσβεση των σεισμικών κυμάτων, R είναι η υποκεντρική απόσταση και $S=3$.

Από τις σχέσεις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι ένας σεισμός που καταγράφεται με πλάτος 1mm και σε απόσταση 100km έχει τοπικό μέγεθος $M_L=S$. Αν επομένως κάποιος σεισμός γράφεται με πλάτος A (σε μ) από σεισμόμετρο Wood Anderson σε επικεντρική απόσταση 100km τότε το τοπικό του μέγεθος θα είναι (υποθέτοντας $S=0$) $M_L = \log A - \log A_0 = \log A$. Άρα μπορούμε να δώσουμε και τον ακόλουθο ορισμό για το τοπικό μέγεθος. Ορίζουμε σαν τοπικό μέγεθος M_L ενός σεισμού το δεκαδικό λογάριθμο του μέγιστου πλάτους αναγραφής αυτού σε μικρά, από πρότυπο

βραχείας περιόδου σεισμόμετρο Wood Anderson που βρίσκεται σε επικεντρική απόσταση 100km από το επίκεντρο.

Σεισμοί με μέγεθος $M_L \leq 2.5$ ονομάζονται μικροσεισμοί (microearthquakes) και σπάνια γίνονται αντιληπτοί ενώ είναι δυνατόν να έχουμε και αρνητικά τοπικά μεγέθη. Η συνήθης πρακτική για τον υπολογισμό του M_L είναι να υπολογίσουμε την αντίστοιχη σε κάθε σεισμολογικό σταθμό τιμή του M_L και να πάρουμε ένα μέσο όρο. Οι τιμές του M_L είναι δυνατόν να διαφέρουν σημαντικά από σταθμό σε σταθμό, τόσο λόγω των σταθερών του σταθμού, όσο και λόγω της θέσης του σταθμού ως προς τον τόπο εκπομπής των σεισμικών κυμάτων από τη σεισμική πηγή.

Ένα σοβαρό μειονέκτημα το οποίο παρουσιάζει η κλίμακα του τοπικού μεγέθους είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του μεγέθους τοπικών σεισμών και μόνο με τη χρησιμοποίηση σεισμομέτρων Wood Anderson. Εκτός από το τοπικό μέγεθος, M_L έχουν προταθεί και δυο άλλα μεγέθη: το επιφανειακό μέγεθος, M_s και το χωρικό μέγεθος, m_b .

Επιφανειακό μέγεθος, M_s : Το επιφανειακό μέγεθος (surface wave magnitude) διευκολύνει τον χαρακτηρισμό των αβαθών σεισμών (με υποκεντρικό βάθος μικρότερο από 60km). Βασικό πλεονέκτημα της κλίμακας του επιφανειακού μεγέθους είναι ότι δεν προϋποθέτει τη χρήση ορισμένου τύπου σεισμομέτρου. Επειδή στα σειсмоγράμματα των επιφανειακών σεισμών διακρίνονται ευκρινώς οι φάσεις που αντιστοιχούν σε επιφανειακά κύματα περιόδου 18-22s, οι Gutenberg-Richter πρότειναν τον υπολογισμό του επιφανειακού μεγέθους από τη σχέση:

$$M_s = \log A - \log A_0 + C_1 + C_2$$

όπου A είναι το πραγματικό πλάτος της εδαφικής κίνησης (σε μm), που αντιστοιχεί σε επιφανειακά κύματα με περίοδο 18-22s, A_0 είναι το πλάτος που οφείλεται στον πρότυπο σεισμό και C_1, C_2 είναι σταθερές που χαρακτηρίζουν τον μετρητικό σταθμό και την εστία. Στον πίνακα παρέχονται τιμές της παραμέτρου A για διάφορες επικεντρικές αποστάσεις. Στην περίπτωση που ο σεισμός είναι τοπικός δημιουργούνται πάντα ευδιάκριτα επιφανειακά κύματα με περίοδο 18-22s, οπότε έχει επικρατήσει να υπολογίζεται το επιφανειακό μέγεθος από τις ακόλουθες εμπειρικές σχέσεις:

$$M_s = \log A - \log T + C_3 \cdot \log \Delta + C_4 \quad \text{ή} \quad M_s = \log A + C_5 \cdot \log \Delta + C_6$$

όπου A είναι το πραγματικό μέγιστο πλάτος των επιφανειακών κυμάτων (Σχ.), Δ η επικεντρική απόσταση, T η αντίστοιχη περίοδος και C_3, C_4, C_5, C_6 σταθερές. Για τον Ελληνικό χώρο έχει προταθεί η σχέση:

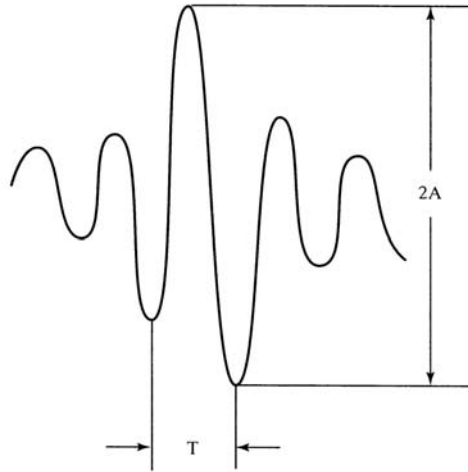
$$M_s = \log A + 1.41 \cdot \log \Delta + 0.2$$

όπου A είναι το ημιάθροισμα των μέγιστων πραγματικών πλατών των δύο οριζόντιων συνιστωσών της μέγιστης κίνησης σε μm και Δ η επικεντρική απόσταση σε km. Ευρεία εφαρμογή έχει και ο γνωστός ως τύπος της Πράγας:

$$M_s = \log A - \log T + 1.66 \cdot \log \Delta + 3.3$$

Η τελευταία σχέση ισχύει για εστιακό βάθος μικρότερο των 60km και για επικεντρικές αποστάσεις μεταξύ 20° και 160°. Μια χρήσιμη σχέση για τον προσεγγιστικό υπολογισμό του επιφανειακού μεγέθους, M_s αν γνωρίζουμε το τοπικό μέγεθος, M έχει προταθεί για τον Ελληνικό χώρο:

$$M_s = 0.95 \cdot M_L + 0.72$$



Σχήμα 66: Μέγιστο πλάτος (A) και περίοδος (T) επιφανειακού κύματος (Τσελέντης, 1997).

Πίνακας 7: Τιμές της παραμέτρου $\log A_0$ για διάφορες επικεντρικές αποστάσεις για τον υπολογισμό του M_s .

Δ (°)	$-\log A_0$	Δ (°)	$-\log A_0$
20	4.0	90	5.05
25	4.1	100	5.1
30	4.3	110	5.2
40	4.5	120	5.3
45	4.6	140	5.3
50	4.6	160	5.35
60	4.8	170	5.3
70	4.9	180	5.0
80	5.0		

Μέγεθος κυμάτων χώρου, m_b : Οι παραπάνω σχέσεις που αναφέρονται στο επιφανειακό μέγεθος δεν παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα στην περίπτωση σεισμών μεγάλου βάθους, καθώς οι σεισμοί αυτοί δε διεγείρουν επιφανειακά κύματα. Αναζητήθηκε, επομένως, κλίμακα μεγεθών που να στηρίζεται σε μετρήσεις κυμάτων χώρου τα οποία δημιουργούνται από όλες τις σεισμικές πηγές, ανεξαρτήτως βάθους. Ορίζεται ως χωρικό μέγεθος (body wave magnitude) η φυσική ποσότητα που εισάγει η σχέση:

$$m_b = \log A - \log T + Q(\Delta, Z) + C$$

όπου A είναι το μέγιστο πλάτος (σε μm), T η αντίστοιχη περίοδος των P ή S κυμάτων σε sec , $Q(\Delta, Z)$ ο διορθωτικός συντελεστής ποιότητας της απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων λόγω του φαινομένου της ανελαστικότητας και C σταθερά. Η ακρίβεια με την οποία μετράμε το χωρικό μέγεθος εξαρτάται πολύ από το είδος του σεισμομέτρου που χρησιμοποιείται και από το ποιου φασματικού εύρους σεισμικά κύματα μετρώνται. Έχει επικρατήσει να περιοριζόμαστε σε περιόδους μικρότερες των 3sec και συνήθως 1sec , χρησιμοποιώντας σεισμόμετρα που παρουσιάζουν ιδιοπερίοδο $\sim 1\text{sec}$. Οι Gutenberg-Richter πρότειναν την ακόλουθη εμπειρική σχέση μεταξύ επιφανειακού μεγέθους, M_s , και χωρικού μεγέθους, m_b : $M_s = 1.59 \cdot m_b - 3.97$.

Μέγεθος διάρκειας σεισμού, M_d : Εναλλακτικός τρόπος μέτρησης των σεισμών, που εφαρμόζεται συνήθως από τοπικά δίκτυα, είναι η μέτρηση της συνολικής διάρκειας αναγραφής του σεισμού. Η κλίμακα, η οποία βασίζεται στη σεισμική διάρκεια είναι γνωστή σαν κλίμακα μεγέθους διάρκειας (duration magnitude) και βασίζεται στη γενική σχέση

$$M_d = C_1 + C_2 \cdot \log t + C_3 \cdot (\log t)^2 - \log T + C_4 \cdot \Delta$$

όπου t η διάρκεια του σήματος σε sec , Δ η επικεντρική απόσταση σε km και C_1, C_2, C_3, C_4 σταθερές (συνήθως $C_3=0$).

7. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η παρουσίαση του τοπικού σεισμολογικού δικτύου Δυτικής Κρήτης, η περιγραφή των συνιστωσών από τις οποίες αποτελείται κάθε σεισμολογικός σταθμός και ιδιαίτερα του συστήματος συλλογής δεδομένων Mars-88/FD, ανάλυση της σεισμικότητας της Κρήτης και του Νότιου Αιγαίου γενικότερα και, τέλος, η δόμηση μιας βάσης δεδομένων (με τη βοήθεια της Access) για παρουσίαση των καταγραφών από τους σεισμικούς σταθμούς.

Το τοπικό σεισμολογικό δίκτυο δυτικής Κρήτης αποτελείται από 6 αυτόνομους σεισμολογικούς σταθμούς οι οποίοι καλύπτουν όλη τη δυτική πλευρά του νησιού. Οι περιοχές που έχει γίνει εγκατάσταση των σταθμών είναι: Κάστελλος, Φουρνές, Παλαιόχωρα, Γραμβούσα, Πρασσές και Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης (Παράρτημα Χανίων). Τα βασικά όργανα τα οποία αποτελούν κάθε σταθμό είναι ένα σεισμόμετρο Lennartz/3D, ένας δέκτης GPS/DCF και το σύστημα Mars-88/FD (ακολουθεί αναλυτική περιγραφή αμέσως μετά). Όταν καταγράφεται ένα σεισμικό γεγονός, από έναν ή περισσότερους σεισμολογικούς σταθμούς, γίνεται προσδιορισμός του μεγέθους με βάση το επίκεντρο και έπειτα σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά άλλων σεισμολογικών δικτύων.

Το Mars-88/FD, αν και χρονολογείται στις αρχές τις δεκαετίας του '90, είναι ένα ψηφιακό σεισμολογικό μετρητικό σύστημα με πολλά πλεονεκτήματα, ενώ τα σημερινής τεχνολογίας αντίστοιχα όργανα δεν διαφέρουν πολύ από αυτό. Είναι φορητό και αυτός είναι ο λόγος που κάνει την μεταφορά του σεισμολογικού σταθμού από μια περιοχή στην άλλη πολύ εύκολη υπόθεση. Επίσης, παρέχει πολλές δυνατότητες όσον αφορά τις μετρήσεις, ενώ παράλληλα είναι πολύ φιλικό προς το χρήστη. Ένας παράγοντας που το κάνει ξεχωριστό είναι ότι συνδέοντας μόνο ένα σεισμόμετρο και μια τροφοδοσία (12V) δύναται να λειτουργεί ακόμα και στην ύπαιθρο. Από τεχνολογικής άποψης σημαντικό στοιχείο του οργάνου αυτού είναι η χρήση του αλγόριθμου STA/LTA. Αυτός υπολογίζει συνεχώς τις μέσες τιμές των απολύτων πλατών ενός σεισμικού σήματος σε δύο διαδοχικά κινούμενα παράθυρα. Το μικρό χρονικό παράθυρο (STA) είναι ευαίσθητο στα σεισμικά γεγονότα, ενώ το μεγάλο χρονικό παράθυρο (LTA) παρέχει πληροφορίες για το επίπεδο του σεισμικού υποβάθρου στην περιοχή. Όταν ο λόγος των δύο υπερβαίνει μια τιμή που έχει οριστεί από πριν, "δηλώνεται" η ύπαρξη γεγονότος και τα δεδομένα ξεκινούν να καταγράφονται σε ένα αρχείο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό διότι βοηθά στην καταγραφή όσο το δυνατόν περισσότερων σεισμικών γεγονότων, αφού μειώνει τον αριθμό των εσφαλμένων καταγραφών λόγω του σεισμικού θορύβου, ο οποίος προέρχεται από την φύση και τον άνθρωπο. Επίσης, επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων σεισμών.

Τέλος, έγινε δόμηση μιας βάσης δεδομένων για παρουσίαση των καταγραφών που προέρχονται από το δίκτυο. Αρχικά παρουσιάζονται μόνο τα ονόματα των αρχείων, η ημερομηνία και η ώρα κάθε σταθμού. Όμως, στο μέλλον, όταν θα γίνει η τελική επεξεργασία των δεδομένων, προβλέπεται εισαγωγή τους στην παρούσα βάση με τα ίδια πεδία που υπάρχουν για τα δεδομένα από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών. Πλεονεκτήματα αυτής είναι η φιλική προς τον χρήστη εφαρμογή της, η απλότητα με την οποία παρουσιάζονται τα δεδομένα, όπως και η ευκολία με την οποία γίνεται εισαγωγή νέων.

Βιβλιογραφία

- i. C.J.Date, 1995. Εισαγωγή στα συστήματα Βάσεων Δεδομένων, Τόμος I & II, Κλειδάριθμος, Αθήνα
- ii. Lennartz Electronic GmbH, Mars-88/FD Operating Manual, Germany
- iii. Microsoft Corporation, 1999. Microsoft Access Βήμα προς Βήμα, Κλειδάριθμος, Αθήνα
- iv. O'Neil P., 1994. DATA BASE PRINCIPLES-PROGRAMMING-PERFORMANCE, Morgan Kaufmann Publishers Inc, USA
- v. Prague C., Irwin M., 1995. Η ΒΙΒΛΙΟΣ ΤΗΣ Microsoft ACCESS 2, Γκιούρδας, Αθήνα
- vi. Παπαζάχος Β., 1989. Εισαγωγή στη σεισμολογία, ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη
- vii. Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ., 1999. Οι σεισμοί της Ελλάδας, ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη
- viii. Τσελέντης Α., 1997. Σύγχρονη Σεισμολογία, Τόμος I & II, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- ix. Φασουλός Χ., 2000. Οδηγός υπαίθρου για τη γεωλογία της Κρήτης, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Ηράκλειο
- x. Φλέσσας Γ., 1997. Διπλωματική Εργασία: Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος για την Υποστήριξη της Τουριστικής Αστυνομίας Χανίων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- xi. Χλωμός Μ., 2001. Διπλωματική Εργασία: Πρόγραμμα Διαχείρισης Βάσεως Δεδομένων Γυμνασίου με τη χρήση Access 2000, ΤΕΙ Κρήτης, Χανιά

Ιστοσελίδες:

- a) <http://www.gein.noa.gr>
- b) <http://www.iaspei.org>
- c) <http://www.itsak.gr>
- d) <http://www.lennartz-electronic.de>
- e) <http://www.Microsoft.com>
- f) <http://www.seismo.com/>