

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΙΚΑΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ



ATHENS SCHOOL OF FINE ARTS  
SCHOOL OF FINE ARTS  
DEPARTMENT OF FINE ARTS

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΕΧΝΗΣ  
POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM  
DIGITAL ARTS

**Μεταπτυχιακή Εργασία**  
Postgraduate (Master) Thesis

**Διαδικασίες Ελέγχου και Ανάδρασης στην Ανάπτυξη  
Ηχητικών Περιβαλλόντων**

Control and Feedback Procedures in the Development of  
Sonic Environments

**Γεωργία Μανταλιά/Georgia Mantalia**  
A.M. / R.N. : 1441

**Επιβλέπων /Supervisor Professor**  
Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος/ Taxiarchis Diamantopoulos



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

«Δηλώνω ότι είμαι η αποκλειστική δημιουργός της πρωτότυπης εργασίας, νόμιμη κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της και ότι έχω το δικαίωμα, να παραχωρήσω τα δικαιώματα που αναφέρονται στην παρούσα άδεια.

Βεβαιώνω, ότι το σύνολο του τεκμηρίου που καταθέτω αποτελεί γνήσιο έργο παραχθέν από εμένα και δεν παραβιάζει τα δικαιώματα άλλου δημιουργού με οποιονδήποτε τρόπο.

Το τεκμήριο/α που καταθέτω είναι το τελικό εγκεκριμένο έργο από την εξεταστική επιτροπή, δεν προκύπτει από λογοκλοπή ή νοθευμένη έρευνα, δεν προσβάλλει πνευματικά δικαιώματα άλλων δημιουργών και δεν παραβιάζει προσωπικά δεδομένα.

Ως κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της εργασίας αυτής, παραχωρώ στην Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών το μη-αποκλειστικό δικαίωμα δημοσίευσης και διάθεσης της ψηφιακής μορφής της εργασίας μου, εντός και εκτός του δικτύου, μέσω του Ιδρυματικού Αποθετηρίου «Art-IA», με την προϋπόθεση ότι διατίθεται με μία από τις άδειες που έχω επιλέξει κατά την αυτό-απόθεση. Η εν λόγω παραχώρηση δεν συγκρούεται με δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας τρίτων ή με παραχωρηθέντα ήδη από εμένα σε τρίτους σχετικά δικαιώματά μου. Η βιβλιοθήκη δεν ασκεί κανενός είδους επιμέλεια στο περιεχόμενο της εργασίας μου και αναλαμβάνω πλήρως την ευθύνη του περιεχομένου της.

Η έγκριση της παρούσας εργασίας δεν υποδηλώνει απαραίτητως την αποδοχή των απόψεων του/της συγγραφέα/ως από την Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών.

Ημερομηνία

18/11/2025

Όνοματεπώνυμο Συγγραφέα

Γεωργία Μανταλιά

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τις διαδικασίες ελέγχου και ανάδρασης στην παραγωγή και την οργάνωση ηχητικών περιβαλλόντων, συνδέοντας τη θεωρία της κυβερνητικής με την πρακτική της ηχητικής τέχνης. Η κυβερνητική, ως επιστήμη του ελέγχου και της επικοινωνίας μεταξύ ζώων και μηχανών, προσφέρει ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την κατανόηση της ισορροπίας, της πληροφορίας και της σταθερότητας μέσα σε δυναμικά συστήματα. Στην ανάλυση εξετάζονται θεμελιώδεις μηχανισμοί όπως η ανάδραση—αρνητική και θετική—που επιτρέπουν στα συστήματα να αυτορρυθμίζονται, να σταθεροποιούνται και να μεταβαίνουν σε νέες καταστάσεις ισορροπίας. Εμβληματικά παραδείγματα, όπως το Pendulum Music του Steve Reich και τα έργα του Agostino Di Scipio, επιδεικνύουν πώς οι κυκλικές σχέσεις μεταξύ ήχου, μηχανισμού και περιβάλλοντος μπορούν να εξελιχθούν σε αυτόνομες ηχητικές οντότητες.

Στη συνέχεια, η μελέτη επεκτείνεται στα αυτοπροσαρμοζόμενα συστήματα. Το Singing Homeostat της Alice Eldridge παρουσιάζεται ως παράδειγμα δεύτερης τάξης ανάδρασης, αναδεικνύοντας τη δυναμική ισορροπία ανάμεσα σε αβεβαιότητα και πληροφορία. Η εργασία συνδέει τις αρχές αυτές με τις γενεσιουργές διαδικασίες, όπου η δημιουργία νέων καταστάσεων προηγείται της επιδίωξης σταθερότητας ενώ παράλληλα εξετάζονται τα στοχαστικά μοντέλα του Iannis Xenakis και η εφαρμογή τους στη σύνθεση, όπου η πιθανότητα αντικαθιστά τον ντετερμινισμό, παράγοντας σύνθετα ακουστικά φαινόμενα, όπως στο Pithoprakta.

Το πρακτικό μέρος της εργασίας επικεντρώνεται στο έργο [Cluster\_Cloud], μια πολυκαναλική ηχητική εγκατάσταση η οποία υλοποιεί τη θεωρία. Με χρήση αλγοριθμικών μηχανισμών σε Pure Data και αναλογικών κυκλωμάτων με μικρόφωνα επαφής, το σύστημα λειτουργεί ως αυτόνομος ηχητικός οργανισμός που αντιδρά και μεταβάλλεται σε πραγματικό χρόνο. Η εγκατάσταση επιδιώκει την ενσωμάτωση της αβεβαιότητας ως συνθετικού εργαλείου, μετατρέποντας τον εκτελεστή από δημιουργό σε μεσολαβητή μεταξύ μηχανής, ήχου και περιβάλλοντος. Με αυτόν τον τρόπο, η εργασία συμβάλλει στη συζήτηση γύρω από την αυτονομία των ηχητικών συστημάτων και την αναθεώρηση της έννοιας της συνθετικής πράξης μέσα από τις διαδικασίες ελέγχου, ανάδρασης και γένεσης.

**Λέξεις Κλειδιά:** Αλγοριθμικά συστήματα, Αναλογικά κυκλώματα, Ανάδραση, Γενεσιουργές διαδικασίες, Ηχητική τέχνη, Κυβερνητική, Στοχαστικά μοντέλα



## ABSTRACT

This thesis explores the processes of control and feedback in the production and organization of sound environments, linking the theory of cybernetics with the practice of sound art. Cybernetics, as the science of control and communication between animals and machines, provides a conceptual framework for understanding balance, information, and stability within dynamic systems. The analysis examines fundamental mechanisms such as feedback—negative and positive—that allow systems to self-regulate, stabilize, and transmit into new states of equilibrium. Iconic examples, including *Pendulum Music* by Steve Reich and the works of Agostino Di Scipio, demonstrate how circular relationships between sound, mechanism, and environment can evolve into autonomous sonic organisms.

The study then extends to self-adaptive systems. Alice Eldridge's *Singing Homeostat* is presented as an instance of second-order feedback, highlighting a dynamic balance between uncertainty and information. The thesis connects these principles to generative processes, where the creation of new states precedes the pursuit of stability. It also examines the stochastic models of Iannis Xenakis and their application in composition, where probability replaces determinism, yielding complex acoustic phenomena, as exemplified in *Pithoprakta*.

The practical component of the research focuses on the project *[Cluster\_Cloud]*, a multichannel sound installation that embodies the theoretical framework. Employing algorithmic mechanisms developed in Pure Data, combined with analog circuits and contact microphones, the system operates as an autonomous sonic organism that reacts and transforms in real time. The installation seeks to incorporate uncertainty as a compositional tool, shifting the role of the performer from creator to mediator between machine, sound, and environment. In this way, the thesis contributes to the discourse on the autonomy of sonic systems and redefines the notion of composition through processes of control, feedback, and generation.

**Keywords:** Algorithmic systems, Analog circuits, Cybernetics, Feedback, Generative processes, Sound art, Stochastic models



# Πίνακας Περιεχομένων

<b>1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Διάδραση και Ανάδραση.....	14
1.2 Θετική και Αρνητική Ανάδραση.....	15
1.2.1 Case Study: Pendulum Music.....	16
1.2.2 Case Study: Modes of Interference / 3.....	18
<b>2. ΑΥΤΟΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>20</b>
2.2. Case Study: Alice Eldridge- <i>Singing Homeostat</i> .....	22
<b>3. ΓΕΝΕΣΙΟΥΡΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.....</b>	<b>24</b>
3.1 Generative Music (Γενεσιουργός Μουσική).....	26
3.1.1 Case Study: Thursday Afternoon.....	28
3.2 Στοχαστικά Μοντέλα.....	29
3.2.1 Case Study: Pithoprakta.....	30
<b>4.[CLUSTER_CLOUD]: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>33</b>
4.1 Διαδικαστικό Διάγραμμα.....	33
4.2 Κατανομή καναλιών.....	35
4.3 Κεντρικός Αλγόριθμος.....	37
4.2 Εσωτερικές Διαδικασίες του Συστήματος και Αλληλεπιδράσεις.....	39
4.2.1 Πρώτες πυροδοτήσεις.....	39
4.2.2 Δημιουργία Συχνοτικού Εύρους.....	40
4.2.3 Παλμικό Drone.....	41
4.2.4 Συμπύκνωση σήματος.....	42
4.3.5 Μικροκαθυστερήσεις.....	43
4.4. Αναλογικά μέρη.....	45
4.4.1. Vox.....	45
4.4.2 Modified Sub.....	47
4.4.3 Δέκτης-Ενισχυτής (Receiver Amplifier).....	48
<b>5. ΜΗΧΑΝΕΣ, ΕΠΙΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ – ΕΝΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ.....</b>	<b>50</b>

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>51</b>
A. Εξοπλισμός & Λογισμικά.....	51
<i>Ηχεία.....</i>	51
<i>Ενισχυτές.....</i>	52
<i>Μικρόφωνα Επαφής (Contact Microphones/Piezos).....</i>	52
<i>Μοτέρ &amp; άλλα μέρη.....</i>	52
B. Συγκεντρωτικό Λεξικό ορολογίας.....	53

## Πίνακας Παραθεμάτων

Το Παράδειγμα Της Βιονικής.....	11
Ο Ομοιοστάσης Του Ashby.....	22
Steve Reich — Phasing.....	23
Η Δημιουργική Διαδικασία Του Ξενάκη.....	31

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Ομοιόσταση στο ανθρώπινο σώμα.....	11
Εικόνα 2. Το παράδειγμα του δαίμονα του Maxwell.....	12
Εικόνα 3 «Winky Dink and You» .....	14
Εικόνα 4. Το έργο Pendulum Music στο Whitney Museum of Art της Νέας Υόρκης, 1969	17
Εικόνα 5. Απεικόνιση του δικτύου ψηφιακής επεξεργασίας σήματος του Agostino Di Scipio, στο Modes of interference / 3 .....	19
Εικόνα 6. Ο ομοιοστάσης του W. Ross Ashby .....	22
Εικόνα 7. Λούπα μαγνητοταινίας.....	26
Εικόνα 8. Eno, B. (1985). Thursday Afternoon [Εξώφυλλο άλμπουμ].....	28
Εικόνα 9. Γραφική σημειογραφία του έργου «Pithoprakta» του συνθέτη Iannis Xenakis	3
Εικόνα 10. Στιγμιότυπο οθόνης από το GENDY301.BAS στον υπολογιστή του Xenakis	32
Εικόνα 11. Κάτοψη της εγκατάστασης [ClusterCloud] .....	34
Εικόνα 12. Γραμμές εξόδων του Patch.....	35
Εικόνα 13 Τρισδιάστατη αναπαράσταση του χώρου.....	36

Εικόνα 14. Σχεδιάσματα μοτίβων sequencer.....	37
Εικόνα 15. Περιβάλλον Χρήστη (UI).....	38
Εικόνα 16. Γεννήτρια Spikes.....	39
Εικόνα 17. Γεννήτρια υψηλής συχνότητας.....	39
Εικόνα 18. Γεννήτρια Brown Noise.....	40
Εικόνα 19. Ανατροφοδότηση παλμικού drone.....	40
Εικόνα 20. Γεννήτρια Παλμικού Drone.....	41
Εικόνα 21. Γεννήτρια Glitch/Noise.....	42
Εικόνα 22. Φίλτρο Flanger.....	43
Εικόνα 23. Τοποθέτηση αντικειμένων.....	44
Εικόνα 24. Τρισδιάστατο μοντέλο Ενισχυτή AMP1.....	46
Εικόνα 25. Τρισδιάστατο μοντέλο τοποθέτησης του μοτέρ των 125rpm.....	46
Εικόνα 26. Αριστερά Modified Sub. Δεξιά, το μοτέρ 20 rpm & Modified Sub.....	47

## 1. Διαδικασίες ελέγχου

*Η ζωή ξεκινάει με την αρχή της πρώτης ανάδρασης και του πρώτου συστήματος ελέγχου. Στην πραγματικότητα ο αυτοέλεγχος αναγνωρίζεται σαν ένας γενικός νόμος της ζωής. (Pekelis, 1986, σελ. 187)*

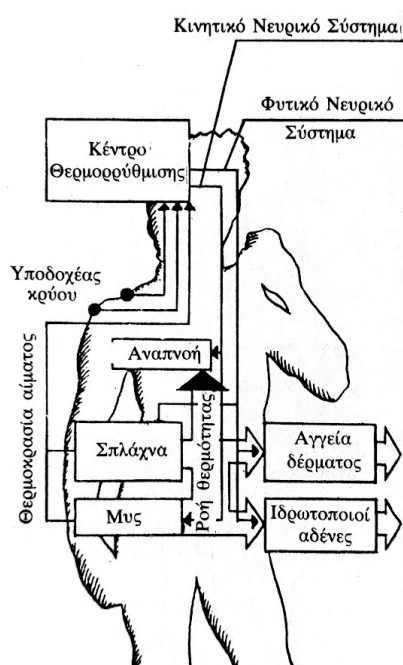
Η κυβερνητική ορίζεται ως η επιστήμη του ελέγχου και της επικοινωνίας ανάμεσα στα ζώα και τις μηχανές. Συγκροτείται διερευνώντας, πώς τα συστήματα διατηρούν τάξη στην αβεβαιότητα, ενώ στο επίκεντρό της συναντώνται ο έλεγχος, η πληροφορία και η σταθερότητα, μέσα σε περιβάλλοντα θορύβου και μεταβολών. Από αυτή τη σκοπιά, η τάξη δε νοείται ως δεδομένη, αλλά αναδύεται δυναμικά μέσω διαδικασιών μετάδοσης και διόρθωσης σφαλμάτων.

Από αυτή τη θεώρηση προκύπτει ένα ενιαίο λειτουργικό πλαίσιο, μέσα από το οποίο τα φυσικά και τα τεχνητά συστήματα μπορούν να μελετηθούν με κοινούς όρους. Ξεκινώντας από έναν κοινό λειτουργικό σκελετό, τα τεχνητά και τα έμβια συστήματα οργανώνονται γύρω από *αισθητήρες* ή υποδοχείς, εσωτερικές καταστάσεις και μνήμη, μηχανισμούς σύγκρισης και ρυθμιστές που μετατρέπουν το σφάλμα σε ενέργεια μέσω της ροής της πληροφορίας. Ο κύκλος αυτός ολοκληρώνεται με την *ανατροφοδότηση*, δηλαδή τη συνεχή επιστροφή των δεδομένων έτσι ώστε κάθε νέα μέτρηση να διορθώνει την προηγούμενη απόπειρα ρύθμισης (Wiener, 1961, κεφ. IV). Στα τεχνητά συστήματα, αυτή η λογική παίρνει τη μορφή μιας ιεραρχίας ελέγχου, όπου κάθε επίπεδο ρυθμίζεται με ακρίβεια. Παραδείγματος χάριν, ένας θερμοστάτης διατηρεί τη θερμοκρασία, ενώ ένας σερβομηχανισμός μπορεί να ελέγξει τη θέση.

Στα έμβια συστήματα, η ίδια αρχή παίρνει νευροφυσιολογική μορφή. Οι αισθήσεις, όπως η ιδιοδεκτική και η οπτική, τροφοδοτούν τα νευρωνικά κυκλώματα που συγκρίνουν συνεχώς την τρέχουσα κατάσταση με ένα στόχο και αναπροσαρμόζουν τη δράση. Ο οργανισμός έτσι δεν μεταβάλλει απλώς τη συμπεριφορά του, αλλά και τον ίδιο τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένα τα μέρη του, μαθαίνοντας και επαναπροσδιορίζοντας τους κανόνες ρύθμισης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Έτσι εμφανίζονται κοινά στοιχεία, όπως οι κλειστοί βρόχοι, η ελαχιστοποίηση του σφάλματος και η μνήμη ή η πρόβλεψη, αλλά και βασικές διαφορές. Ενώ η μηχανή βασίζεται σε ρητή κωδικοποίηση και σταθερές παραμέτρους, ο οργανισμός διαθέτει ενδογενή ικανότητα αναδιοργάνωσης. (Wiener, 1961).

## Παράθεμα 1

### Το παράδειγμα της βιονικής



**Εικόνα 1:** Η ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να διατηρεί σταθερή θερμοκρασία είναι αποτέλεσμα μιας σύνθετης ρυθμιστικής διαδικασίας (Rekelis, 1986, σελ 188)

των ίδιων των βιολογικών μηχανισμών μέσω του τεχνητού τους έμβριου, προτείνοντας μια ενιαία οπτική της οργάνωσης, είτε αυτή εκδηλώνεται σε κύτταρα είτε σε κυκλώματα.

Η βιονική αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η κυβερνητική μπορεί να αναδείξει τις σχέσεις ανάμεσα στα έμβια όντα και τις μηχανές. Η λέξη βιονική προέρχεται από την ελληνική λέξη βίος, δηλαδή ζωντανό, και μελετά βιολογικά συστήματα και επεξεργασίες με σκοπό να χρησιμοποιήσει τις γνώσεις που αποκτά με αυτόν τον τρόπο για τη λύση προβλημάτων σε τεχνικά μέσα και περιβάλλοντα. Ο σκοπός της δεν είναι μια απερίσκεπτη μίμηση, δεν είναι αντιγραφή όλων των χαρακτηριστικών των βιολογικών ενοτήτων, αλλά μια κριτική επιλεκτική διαλογή των χρήσιμων τεχνικά ιδιοτήτων. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, η βιονική δε λειτουργεί μόνο ως τεχνολογική μίμηση της ζωής, αλλά και ως μέσο κατανόησης

Μια από τις πιο κρίσιμες συμβολές της Κυβερνητικής, αφορά την κατανόηση της πληροφορίας και της εντροπίας ως δύο αντιθετικών δυνάμεων. Ειδικότερα, ο Wiener υπογραμμίζει ότι κάθε μορφή ελέγχου και επικοινωνίας λειτουργεί ως ανάχωμα απέναντι στην εγγενή τάση της φύσης προς την αποδιοργάνωση. Η αύξηση της εντροπίας, δηλαδή η φυσική ροπή προς τον θόρυβο και τη φθορά, αντισταθμίζεται από μηχανισμούς που αξιοποιούν την πληροφορία για να

διατηρήσουν την τάξη, μειώνοντας την αβεβαιότητα και διατηρώντας τη συνοχή του συστήματος. (*Wiener, 1970, σελ. 3*).

Η οργάνωση επέρχεται μέσω βρόχων ανατροφοδότησης. Έτσι, η πληροφορία αποκτά λειτουργική διάσταση και μετατρέπεται σε μέτρο ρύθμισης, το οποίο επιτρέπει στο σύστημα να προσαρμόζεται στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Οι βρόχοι ρυθμίζουν τα σφάλματα, δηλαδή τις αποκλίσεις από τον επιθυμητό στόχο, και τα επανεισάγουν στη λειτουργία του συστήματος ως αφετηρία για διορθωτικές κινήσεις. Έτσι, η σταθερότητα δεν είναι αποτέλεσμα ακινησίας, αλλά συνεχούς ελέγχου και προσαρμογής.

Ένα πείραμα του 19ου αιώνα φωτίζει τη σχέση ανάμεσα στην πληροφορία, την εντροπία και την απτή βάση του ελέγχου:

Ένα κουτί με αέριο χωρίζεται σε δύο θαλάμους με μια μικρή πόρτα. Ένας υποθετικός ελεγκτής, ο δαίμονας του Maxwell, παρακολουθεί την ταχύτητα των μορίων και ανοίγει την πόρτα μόνο όταν πλησιάζει γρήγορο (θερμό) μόριο από τα αριστερά προς τα δεξιά ή αργό (ψυχρό) από τα δεξιά προς τα αριστερά. Η διαδικασία φαίνεται να μειώνει την αταξία του αερίου καθώς τα γρήγορα και τα αργά μόρια διαχωρίζονται σε αντίθετες πλευρές, δημιουργώντας διαφορά θερμοκρασίας χωρίς εμφανή μετάθεση της απολεσθέντας ενέργειας. Το φαινόμενο αυτό φαίνεται να αντιβαίνει στον δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής, ο οποίος δηλώνει ότι σε ένα απομονωμένο σύστημα η εντροπία δεν μειώνεται και καμία διεργασία δεν μπορεί να μετατρέψει όλη τη θερμότητα σε έργο χωρίς απώλειες.

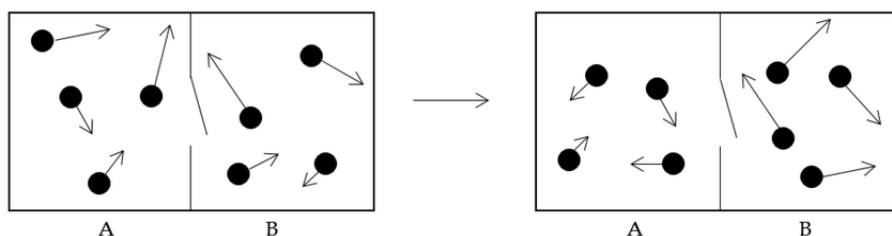
Ο διαχωρισμός προϋποθέτει παρατήρηση, μνήμη και πράξεις που υλοποιούνται με ενεργειακό κόστος. Κάθε απόφαση ανοίγματος της πόρτας βασίζεται σε μια πληροφορία που αποκτά και διαχειρίζεται ο ελεγκτής. Η χρήση αυτής της πληροφορίας μεταφέρει την αταξία που φαίνεται να αποφεύγει το αέριο στο ίδιο το σύστημα ελέγχου που αντιπροσωπεύει ο δαίμονας και το περιβάλλον του. Για να επαναλάβει τον κύκλο, ο δαίμονας πρέπει να αδειάσει τη μνήμη του και να επαναφέρει τον μηχανισμό του σε αρχική κατάσταση. Σύμφωνα με την αρχή του *Landauer*<sup>1</sup>, αυτή η επαναφορά παράγει θερμότητα και αυξάνει την εντροπία κάπου αλλού. Το αέριο μπορεί να φαίνεται ότι τακτοποιείται, αλλά το σύνολο, αέριο, δαίμονας και περιβάλλον, αποδιοργανώνονται. (*Weiner, κυβερνητική και κοινωνία σελ. 12*)

Το παράδειγμα καταδεικνύει τρεις κρίσιμες αρχές για την κυβερνητική. Πρώτον, δεν υπάρχει μη κοστοβόρα ενέργεια. Δεύτερον, ο ελεγκτής πρέπει να

---

<sup>1</sup> Η διαγραφή πληροφορίας έχει μερικό θερμοδυναμικό κόστος ως θερμότητα ανά bit. Έτσι, μέσω της απολεσθείσας ενέργειας, οι πράξεις διαφαίνονται στην ύλη (πχ. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος που συντονίζει τον βρόγχο.)

διαθέτει επαρκή ποικιλία, να διακρίνει επαρκώς τις ταχύτητες και να διαθέτει μνήμη ανάλογης ανάλυσης για να απορροφήσει την ποικιλία των διαταραχών<sup>2</sup>. Τρίτον, κάθε σταθεροποιητικός βρόχος έχει ενεργειακή απώλεια η οποία, επηρεάζει την υλικότητα του συστήματος.



**Εικόνα 2:** Αυτή η σχηματική ακολουθία χρησιμοποιείται για να απεικονίσει το παράδειγμα του δαίμονα του Maxwell. Στην αρχική διαμόρφωση (αριστερό πλαίσιο), το κουτί περιέχει οκτώ μόρια αερίου με διαφορετικές ταχύτητες. Οι ταχύτητες στις δύο πλευρές (A και B) ακολουθούν την ίδια κατανομή, με μερικές να είναι ταχύτερες και άλλες πιο αργές. Το δεξί πλαίσιο δείχνει τι συμβαίνει μετά την χρήση της καταπακτής μεταξύ A και B από τον δαίμονα (που δεν απεικονίζεται) για να ταξινομήσει τα μόρια. Μετά την ταξινόμηση, τα ταχύτερα μόρια βρίσκονται στο B και τα πιο αργά στο A.

Πηγή: Rex, Andrew. (2017). *Maxwell's Demon—A Historical Review*. *Entropy*. 19. 240. <https://doi.org/10.3390/e19060240>

Με αυτή τη θεωρητική βάση, η περαιτέρω ανάλυση οφείλει να εστιάσει στους συγκεκριμένους μηχανισμούς με τους οποίους υλοποιούνται οι αρχές της κυβερνητικής. Στον πυρήνα τους βρίσκεται η ανατροφοδότηση, η διαδικασία που καθιστά δυνατή τη ρύθμιση της συμπεριφοράς και τη διατήρηση της σταθερότητας.

---

<sup>2</sup> Εφαρμογή του νόμου της αναγκαίας ποικιλίας (Ashby, 1956)

## 1.1 Διάδραση και Ανάδραση

*«Winky Dink is my friend. His TV show is full of gray monochrome adventure. Its animation is rendered by crossfades between static hand drawings. Winky Dink dances and moves in his stop-action way, all the while setting the stage for my part to come.»* (Pangaro, 2020, σελ. 1)

Η *διάδραση*, δηλώνει την ενεργό εμπλοκή ανάμεσα σε χρήστη και σύστημα μέσω της *διεπαφής*. Πρακτικά προηγείται της *ανάδρασης*, καθώς προϋποτίθεται μία ελάχιστη σχέση ανταλλαγής σημάτων, και έπειτα καθίσταται δυνατό να επιστρέψει μέρος του, από την έξοδο στην είσοδο. Χωρίς διάδραση δεν μπορεί να υπάρξει ανάδραση, διότι δεν υφίσταται ροή πληροφορίας ικανή να ανακυκλωθεί και να επηρεάσει την επόμενη κατάσταση του συστήματος.

Το παράδειγμα του *Pangaro* φωτίζει καθαρά αυτή τη διάκριση. Στο *Winky Dink* το παιδί τοποθετεί μια διαφανή μεμβράνη στην οθόνη και σχεδιάζει διαδρομές ακολουθώντας τις υποδείξεις του παρουσιαστή. Το σώμα ενεργεί στη διεπαφή και το οπτικό πεδίο μετασχηματίζεται από την πράξη νεαρού *Pangaro*. Η εμπειρία γίνεται διαδραστική! Παρ' όλα αυτά, η εκπομπή παραμένει προηχογραφημένη. Η αφήγηση δεν δειγματοληπτεί το σχέδιο της μεμβράνης, δεν το αξιολογεί, και δεν μπορεί να μεταβάλει την ακολουθία των σκηνών με βάση το σχέδιο. Ο βρόχος επικοινωνίας προς τον θεατή λειτουργεί, αλλά η αντίστροφη κατεύθυνση απουσιάζει ώστε να μπορέσει να προκύψει ανάδραση.

Ανάδραση, μπορεί να υπάρξει μόνο όταν ένα τμήμα της εξόδου μετρίεται και επανεισάγεται ως είσοδος, ώστε να μεταβάλει την επόμενη κατάσταση του συστήματος. Τότε ο βρόχος κλείνει, διαμορφώνονται μηχανισμοί ελέγχου και



**Εικόνα 3** «*Winky Dink and You*» – Ένα από τα πρώτα πειράματα στον τομέα της ψυχαγωγικής εκπαίδευσης Manuel, D., & Célia, Q. (2021). *T-Learning and interactive television edutainment: the Portuguese case study* [Εικόνα].

Από

[https://www.academia.edu/58622118/T-Learning\\_and\\_interactive\\_television\\_edutainment\\_the\\_Portuguese\\_case\\_study](https://www.academia.edu/58622118/T-Learning_and_interactive_television_edutainment_the_Portuguese_case_study)

προσαρμογής, και η συμπεριφορά του συστήματος ρυθμίζεται από τις συνέπειες της ίδιας της λειτουργίας του.<sup>3</sup>

Το συμπέρασμα είναι διπλό και ιεραρχημένο. Πρώτον, η διάδραση θεμελιώνει την ελάχιστη σχέση που επιτρέπει τη δημιουργία ροών πληροφορίας, ανάμεσα σε πομπό και δέκτη. Δεύτερον, μόνο όπου αυτή η ροή ανακυκλώνεται προς τα μέσα συγκροτείται ανάδραση ως ελεγκτικός μηχανισμός. Το παράδειγμα του Winky Dink αναδεικνύει τη διάδραση χωρίς την ανάδραση, η διεπαφή είναι ενεργή, ο βρόχος όμως παραμένει ανοιχτός.

## 1.2 Θετική και Αρνητική Ανάδραση

Από τη στιγμή που ο βρόχος κλείσει, τότε ακολουθούν δύο πιθανές στρατηγικές λειτουργίας του κλειστού βρόχου, ο μειωτικός και ο αυξητικός βρόχος, οι οποίοι θέτουν διαφορετικούς κανόνες σταθερότητας και μεταβολής.

Στη *μειωτική ανάδραση*, το σύστημα ελαττώνει τις αποκλίσεις. Παρακολουθεί διαρκώς την ενέργεια και το φασματικό περιεχόμενο και ρυθμίζει τη ροή ώστε, στις κύριες διαδρομές αλληλεπίδρασης μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος, το σήμα να επιστρέφει μετά από κάθε κύκλο πιο αδύναμο από όσο ξεκίνησε. Όταν αυτό συμβαίνει, οι διακυμάνσεις δε συσσωρεύονται, αλλά αποσβένονται με ρυθμό που καθορίζεται από τις ιδιότητες του περιβάλλοντος. Έτσι η συμπεριφορά μένει ευαίσθητη στις μικρομεταβολές και το σύστημα τείνει στην ισορροπία των δυνάμεων μέσω της ανατροφοδότησης<sup>4</sup>. (Wiener, 1961, σελ. 114–115).

Το παραγόμενο υλικό δεν προκύπτει από προϋπάρχον υλικό, αλλά διαμορφώνεται από λειτουργίες που ευνοούν μικρομετατοπίσεις γύρω από μια περιοχή ισορροπίας. Τα μονοπάτια ανάκλασης και οι ιδιοσυχνότητες<sup>5</sup> (*eigenfrequencies*), αναδεικνύονται μέσα από ελεγχόμενες μεταβολές και όχι μέσα από αποκλίσεις που ενισχύονται σε κάθε κύκλο επιστροφής, θα οδηγούσαν σε εκτροπή ή κορεσμό του συστήματος (Wiener, 1961, σελ. 109–110).

Εν αντιθέσει, στην *αυξητική ανάδραση* (*positive feedback*) οι αποκλίσεις δεν αφαιρούνται αλλά ενισχύονται. Μια μικρή διαταραχή του συστήματος μπορεί να πολλαπλασιαστεί όταν, σε ορισμένες διαδρομές και χρονισμούς, η επιστροφή κάθε κύκλου γίνεται ισχυρότερη από την αρχική διέγερση και υπερβαίνει την αντοχή του

---

<sup>3</sup> Παραδείγματος χάριν, μια νέα σκηνή η οποία θα υπολογιζόταν με βάση το ίχνος που σχεδιάστηκε.

<sup>4</sup> Ομοίωση

<sup>5</sup> Οι φυσικοί ρυθμοί όπου το σύστημα τείνει να συγκρατεί ενέργεια και να σχηματίζει στάσιμα μοτίβα

συστήματος. Το περιβάλλον γίνεται καθοριστικός παράγοντας: ο τρόπος που συντονίζεται καθορίζει ποια μοτίβα δημιουργούνται, αναπαράγονται και αλληλεπικαλύπτονται, οδηγώντας το σύστημα σε σημείο *κορεσμού*. Η διαδικασία δε στοχεύει σε σταθεροποίηση γύρω από περιοχή ισορροπίας, αλλά στη μετάβαση σε νέο καθεστώς λειτουργίας (Wiener, 1961, σελ,109–110).

Ας ορίσουμε ένα υποθετικό σύστημα με την εξής ακολουθία. Ένα μικρόφωνο αντλεί τον ήχο και τον μεταφέρει σε ένα ηχείο. Ο ήχος από εκεί εκπέμπεται και αλληλεπιδρά με τον χώρο. Στη συνέχεια, ανακλάται στις κύριες επιφάνειες, καθώς ένα μέρος του επιστρέφει στο μικρόφωνο και ο κύκλος ανατροφοδότησης κλείνει. Η ισχύς και ο χρονισμός αυτής της επιστροφής καθορίζουν τη συμπεριφορά του βρόχου. Όταν η επιστροφή κάθε κύκλου επιστρέφει πιο αδύναμη από την είσοδο, ο ήχος αποσβένεται και παραμένει ελεγχόμενος προκαλώντας μειωτική ανάδραση, ενώ όταν επιστρέφει πιο δυνατή η πιο γρήγορη από τη χωρητικότητα του συστήματος, ο βρόχος φτάνει σε *κορεσμό* και προκύπτει αυξητική ανάδραση.

### 1.2.1 Case Study: Pendulum Music

Το *Pendulum Music* (1968) του Steve Reich αποτελεί ένα παράδειγμα έργου το οποίο μετατρέπει τη θετική ανάδραση σε ήχο. Σε έναν χώρο έχουν κρεμαστεί από το ταβάνι τέσσερα μικρόφωνα πάνω από ισάριθμα ηχεία, τα οποία εκπέμπουν τον ήχο που αντλείται από τα μικρόφωνα. Κάθε μικρόφωνο αιωρείται και πλησιάζει στο κέντρο του αντίστοιχου ηχείου, οπότε ο βρόχος ανάδρασης εισέρχεται σε καθεστώς κορεσμού, παράγοντας έναν απότομο τόνο. Στη συνέχεια, καθώς απομακρύνεται, η ανάδραση μέσω της ελλειμματικής κίνησης και κατά συνέπεια ο τόνος, εξασθενούν.

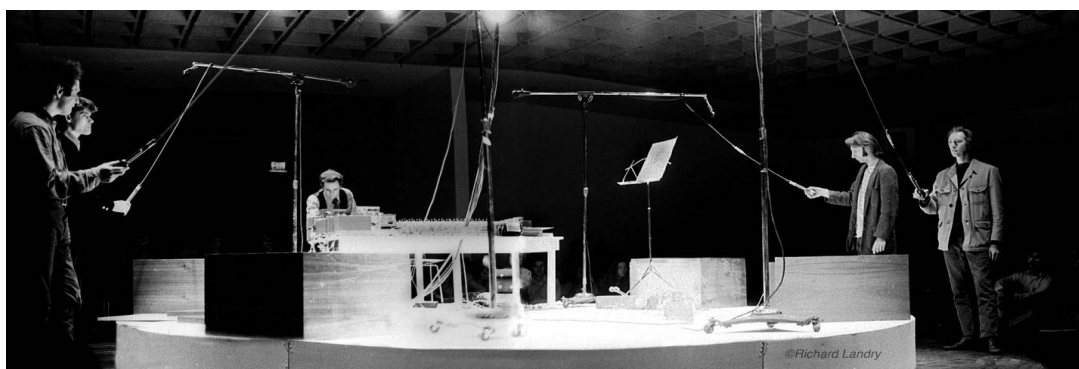
Μετά την απελευθέρωση των μικροφώνων από τους εκτελεστές, το έργο εξελίσσεται χωρίς περαιτέρω ανθρώπινη παρέμβαση. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι οι πομποί και οι δέκτες εδώ δεν ελέγχονται ενεργά, απλώς υπακούουν στους νόμους της βαρύτητας. Έτσι, οι παλμοί της ανάδρασης γεμίζουν σταδιακά τον χώρο, επιμηκύνονται και σταθεροποιούνται σε συνεχείς τόνους (*Larsen tones*)<sup>6</sup> καθώς η ενέργεια συσσωρεύεται μέσα στο σύστημα. Όταν η ταλάντωση των εκκρεμών εξασθενεί και τα μικρόφωνα σταθεροποιούνται ακριβώς πάνω από τα ηχεία, η θετική ανάδραση οδηγεί σε έναν αδιάκοπο τόνο. Το έργο

---

<sup>6</sup> Οι «Larsen tones» είναι αυτοπαραγόμενοι, σταθερής συχνότητας τόνοι που παράγονται μέσω ακουστικής ανάδρασης: όταν ο ήχος που εκπέμπεται από το ηχείο επιστρέφει στο μικρόφωνο και ο βρόχος αναδρά θετικά, δημιουργείται μια αυτοσυντηρούμενη ταλάντωση. Η ακριβής συχνότητα εξαρτάται από τους συντονισμούς του μικροφώνου, του ενισχυτή και του ηχείου και την ακουστική του χώρου.

τελειώνει μόνο με τεχνητή διακοπή ή επανεκκίνηση, όταν οι εκτελεστές κλείσουν τους ενισχυτές και σπάσουν τον βρόχο ή όταν κουνήσουν ξανά τα μικρόφωνα και επανεκκινήσουν τον βρόγχο.

Οι ομοιότητες με τις θεωρητικές έννοιες που έχουν αναλυθεί είναι εμφανείς. Πρόκειται για έναν κλειστό βρόχο χωρίς ελεγκτή που να επεμβαίνει για τη μείωση των αποκλίσεων, με αποτέλεσμα κάθε διαταραχή να ενισχύεται. Το περιβάλλον διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο: η ακουστική του δωματίου και οι ιδιοσυχνότητες των ηχείων καθορίζουν ποιες συχνότητες θα επικρατήσουν. Η χρονική εξέλιξη του έργου, από τους αρχικούς διακριτούς παλμούς μέχρι τους εμμένοντες τόνους, αποκαλύπτει τη λογική της θετικής ανάδρασης: οι αποκλίσεις που επιστρέφουν στον βρόχο γίνονται διαρκώς μεγαλύτερες, οδηγώντας σε σταδιακή συσσώρευση ενέργειας μέχρι το σύστημα να φτάσει στο όριο κορεσμού του.



**Εικόνα 4:** Παράσταση του *Pendulum Music* στο *Whitney Museum of Art* της Νέας Υόρκης, 1969. (Από αριστερά προς τα δεξιά) *Richard Serra*, *James Tenny*, *Steve Reich*, *Bruce Nauman* και *Michael Snow*. Φωτογραφία © *Richard Landry*

Η σημασία του *Pendulum Music* υπερβαίνει το επίπεδο μιας ηχητικής εγκατάστασης, καθώς λειτουργεί ως υλικό μοντέλο των αρχών της κυβερνητικής. Ο βρόχος ανάδρασης που το συγκροτεί δεν έχει σκοπό τη ρύθμιση ή τη σταθεροποίηση, αλλά την εξέλιξη του συστήματος μέχρι τον κορεσμό του. Το έργο αποκαλύπτει καθαρά αυτό που ο Wiener όρισε ως θετικό βρόχο: μια διαδικασία όπου η πληροφορία δε μειώνει την εντροπία, αλλά την τροφοδοτεί, προκαλώντας συσσώρευση ενέργειας και μετάβαση σε μια νέα κατάσταση ισορροπίας. Επιπλέον, στο σύστημα αυτό δεν υπάρχει ελεγκτής (πέραν της αρχικής πυροδότησης), έτσι η αλληλουχία των γεγονότων καθορίζεται αποκλειστικά από τη δομή του συστήματος και τους φυσικούς νόμους που το ορίζουν. Έτσι, η μορφή προκύπτει από την ίδια τη λειτουργία του βρόχου, αναδεικνύοντας τη θετική ανάδραση ως μηχανισμό αυτοπαραγωγής.

Η αυτόνομη εξέλιξη του έργου καθιστά το *Pendulum Music* μια ενεργή απεικόνιση της έννοιας που ο Ashby αποκαλεί ομοιοστατικό όριο (threshold).<sup>7</sup> Στο έργο του Reich, αυτό το threshold εκδηλώνεται μέσω του ήχου ως μετάβαση από το τυχαίο και ασυνεχές στο σταθερό και συνεχές, από παλμούς σε τόνους, καθώς το σύστημα, εξαντλεί σταδιακά την ενέργειά του, οδηγώντας σε μια τελική ισορροπία κορεσμού.

### 1.2.2 Case Study: *Modes of Interference / 3*

Το *Modes of Interference / 3* (2007) του Agostino Di Scipio αποτελεί ένα παράδειγμα έργου που ενσαρκώνει την κυβερνητική σκέψη μέσα από ένα αυτορρυθμιζόμενο σύστημα αναδράσεων. Το έργο βασίζεται αποκλειστικά σε έναν βρόχο ανατροφοδότησης (*feedback loop*) μεταξύ ηλεκτρικής κιθάρας, ενισχυτή και υπολογιστή, όπου ο ήχος που παράγεται από την εγκατάσταση επηρεάζει τον χώρο και, με τη σειρά του, ο βρόχος επηρεάζεται από αυτόν. Η ανατροφοδότηση δεν είναι εδώ ένα ανεπιθύμητο τεχνικό φαινόμενο, αλλά η ίδια η γενεσιουργός αρχή της σύνθεσης.

Η εγκατάσταση λειτουργεί ως ένα δυναμικό δίκτυο αλληλεπιδράσεων, όπου το περιβάλλον, το κύκλωμα και το λογισμικό βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση. Η ηλεκτρική κιθάρα, τοποθετημένη κάθετα χωρίς να εκτελείται από άνθρωπο, λειτουργεί ως αισθητήρας και ταυτόχρονα ως πομπός: οι μαγνήτες της συλλέγουν τις δονήσεις που προκαλούνται από την ίδια την ανατροφοδότηση, ενώ ο ενισχυτής και ο υπολογιστής επιστρέφουν τον ήχο στο σύστημα. Το λογισμικό (ανεπτυγμένο σε Pure Data) ρυθμίζει σε πραγματικό χρόνο την ενίσχυση του σήματος, αποτρέποντας τον κορεσμό και διατηρώντας το σύστημα σε καθεστώς ισορροπίας.

Ο Di Scipio σε αυτό το έργο επιδιώκει να επιτύχει ένα αυτορρυθμιζόμενο ηχοτοπίο. Κάθε μεταβολή στο περιβάλλον — οι κινήσεις του κοινού, η θερμοκρασία, η ακουστική του χώρου — τροποποιεί τις συνθήκες του βρόχου και επομένως το ηχητικό αποτέλεσμα. Η πληροφορία που επιστρέφει στο σύστημα δεν έχει στόχο τη σταθεροποίηση, αλλά την προσαρμογή· η ανατροφοδότηση σε αυτό το πλαίσιο δρα ως μηχανισμός δυναμικής ομοιοστάσης, όπου η τάξη και η αταξία συνυπάρχουν παραγωγικά.

Σύμφωνα με τη θεωρία του Wiener, η ανατροφοδότηση δεν αποτελεί απλώς διαδικασία διόρθωσης σφαλμάτων, αλλά μέσο μετασχηματισμού της πληροφορίας σε ενέργεια και μορφή. Στο *Modes of Interference / 3*, η πληροφορία αποκτά υλικότητα: η ενέργεια του χώρου και των συχνοτήτων μετατρέπεται σε ηχητικές μορφές, ενώ το σύστημα συγκρατεί την ισορροπία του μέσα από τη συνεχή αλληλεπίδραση των επιμέρους στοιχείων. Ο υπολογιστής λειτουργεί ως ελεγκτής

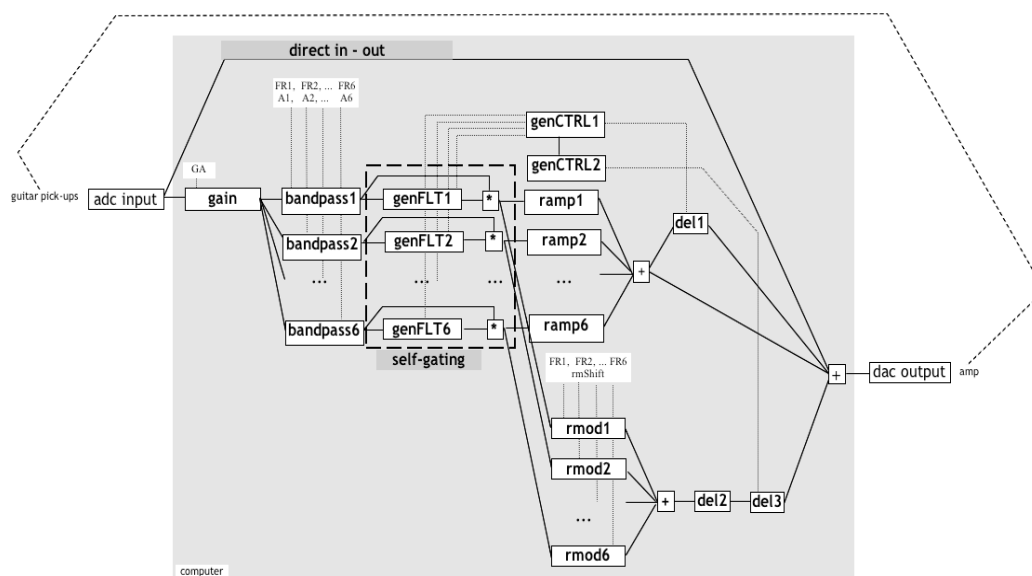
---

<sup>7</sup> Το σημείο στο οποίο ένα σύστημα παύει να απορροφά τις διαταραχές και αρχίζει να τις ενισχύει, μεταβαίνοντας σε νέο καθεστώς λειτουργίας.

που διατηρεί την ποικιλία του συστήματος εντός ορίων, σύμφωνα με τον νόμο της αναγκαίας ποικιλίας του Ashby.

Η σύνθεση, επομένως, δεν είναι προϊόν ανθρώπινης απόφασης, αλλά αποτέλεσμα αυτοοργάνωσης. Ο Di Scipio μετατρέπει το φαινόμενο της ανάδρασης σε αισθητική διαδικασία, όπου το τεχνολογικό κύκλωμα, το φυσικό περιβάλλον και ο ακροατής αποτελούν ένα ενιαίο πεδίο ελέγχου και επικοινωνίας.

Ο Di Scipio αναγνωρίζει την οικολογία όχι ως φυσικό σύστημα αλλά ως ένα πλαίσιο σχέσεων και αλληλεξαρτήσεων μέσα στο οποίο ο ήχος, η τεχνολογία και το περιβάλλον συγκροτούν ένα ενιαίο πεδίο δράσης. Στα κείμενά του αναφέρεται συχνά στους όρους *ecosystemic sound processes*, *audible ecosystem* και *ecosystemic composition*, υπογραμμίζοντας ότι η μουσική πράξη πρέπει να κατανοείται ως αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ανθρώπινα, τεχνικά και περιβαλλοντικά στοιχεία. Μέσα από αυτή την σκέψη, η σύνθεση λειτουργεί ως θεμέλιο, μετατρέπεται σε ένα «οικοσύστημα» το οποίο αυτοοργανώνεται και εξελίσσεται μέσω ρών ενέργειας και πληροφορίας.

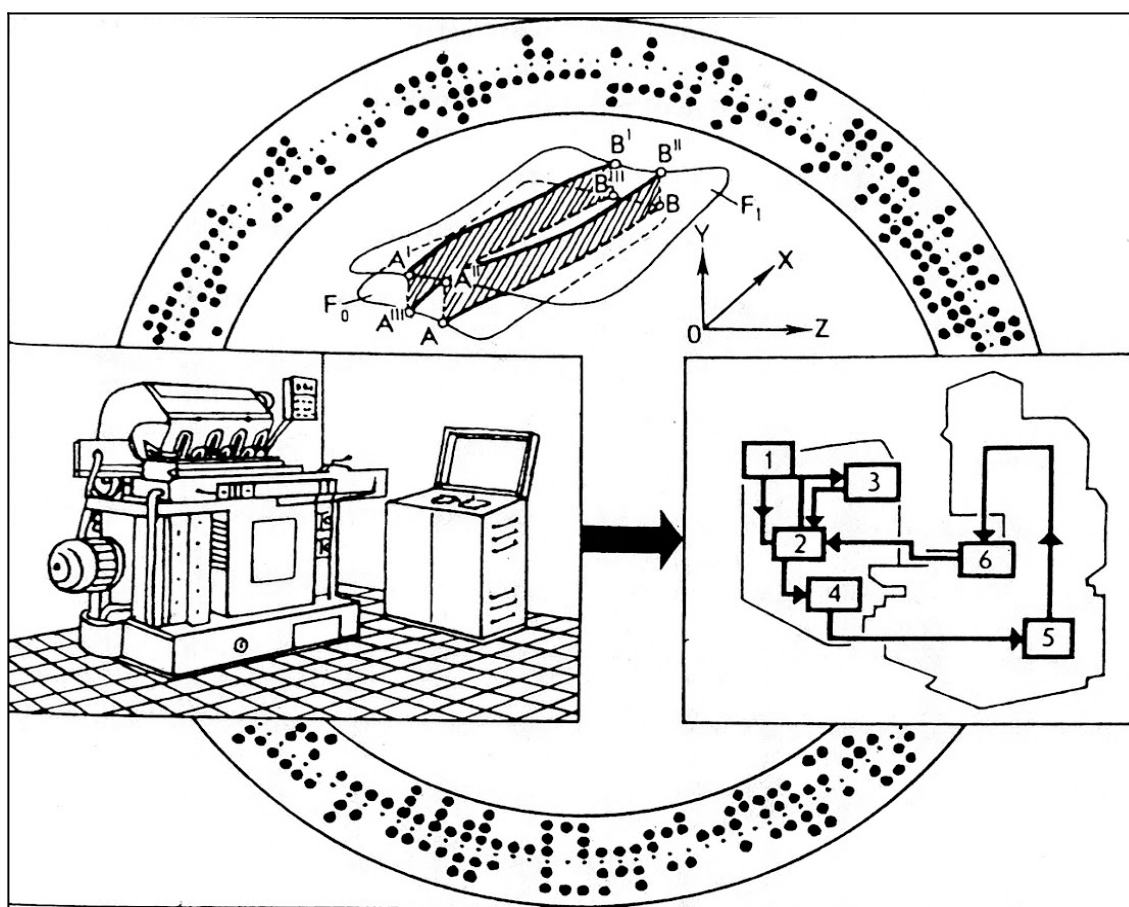


**Εικόνα 5:** Το διάγραμμα απεικονίζει το δίκτυο ψηφιακής επεξεργασίας σήματος. Agostino Di Scipio, “Modes of interference / 3”, *Appareil* [Online], 5 | 2010, Online since 09 July 2010, connection on 28 October 2025. URL: <http://journals.openedition.org/appareil/1019>; DOI: <https://doi.org/10.4000/appareil.1019>

Το Modes of Interference / 3 καταδεικνύει τη μετάβαση από τον ήχο ως αντικείμενο. Το Modes of Interference / 3 καταδεικνύει τη μετάβαση από τον ήχο ως αντικείμενο σύνθεσης στον ήχο ως διαδικασία, όπου η μουσική καθίσταται έκφραση μιας κυβερνητικής προσέγγισης — μιας φιλοσοφικής σύλληψης του Di Scipio για ένα σύστημα που παράγει μορφές μέσα από τη συνεχή ροή πληροφορίας, ενέργειας και αναδράσεων.

## 2. Αυτοπροσαρμοζόμενα Συστήματα

Τα αυτοπροσαρμοζόμενα συστήματα αποτελούν μια ιδιαίτερη κατηγορία συστημάτων ελέγχου, τα οποία διαθέτουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τη συμπεριφορά τους. Ενώ στα στατικά συστήματα οι παράμετροι παραμένουν σταθερές, τα αυτοπροσαρμοζόμενα συστήματα περιλαμβάνουν μηχανισμούς μάθησης και αυτορύθμισης που τους επιτρέπουν να αναγνωρίζουν αποκλίσεις, να επεξεργάζονται νέα δεδομένα και να αναπροσαρμόζουν τις διαδικασίες τους. Μέσα από αυτή τη θεώρηση, η προσαρμογή δεν αποτελεί μόνο έναν μηχανισμό επιδιόρθωσης αλλά και έναν δημιουργικό μηχανισμό εξέλιξης που μετατρέπει την αβεβαιότητα σε γνώση και τη διαταραχή σε ευκαιρία για μετασχηματισμό.



**Σχήμα 1:** 1 - τμήμα προγράμματος 2 - τμήμα αυτορύθμισης 3 - μνήμη 4 - τμήμα ελέγχου 5 - ενεργοποιητής 6 - σύστημα μέτρησης. Η διαδικασία της αυτορύθμισης συνίσταται στην αναζήτηση καλύτερων αποτελεσμάτων, με βάση τα αποτελέσματα που έχουν παραχθεί προηγουμένως. Η εργαλειομηχανή επεξεργάζεται από μόνη της ένα βελτιωμένο πρόγραμμα που παίρνει υπόψη του προηγούμενες ατέλειες στην επεξεργασία. (Pekelis, 1986, σελ. 68)

Η ομοιόσταση εκφράζει τη συνεχή ροή, με στόχο την ισορροπία ενός συστήματος, του οποίου οι εσωτερικές του μεταβλητές διατηρούνται εντός επιτρεπτών ορίων χάρη σε μηχανισμούς ανατροφοδότησης που απορροφούν τις διαταραχές και αποκαθιστούν τη σταθερότητα (Ashby, 1956).

Ο Victor Pekelis στο βιβλίο του *Κυβερνητική από το Α ως το Ω* (1986, σελ. 67), περιγράφει ένα παράδειγμα το οποίο καταδεικνύει τι είναι αυτοβελτίωση.:

*«Μια διάταξη ελέγχου σημειώνει αποκλίσεις στις διαστάσεις των εξαρτημάτων που παράγει και αυτομάτως κάνει αλλαγές στο πρόγραμμα. Σ' αυτή την περίπτωση, ένα αρχικά ανεπαρκές πρόγραμμα, θα βελτιωθεί στη διάρκεια της λειτουργίας και οι απώλειες θα ελαχιστοποιηθούν. Οι επιστήμονες ονομάζουν αυτόν τον μηχανισμό αυτοβελτίωση της μηχανής με τον αλγόριθμο της.»*

Έτσι, η έννοια συνδέεται άρρηκτα με τη ροή διαδικασιών προσαρμογής που περιγράφουν τα επίπεδα μεταβολής ενός συστήματος όταν αντιμετωπίζει διαταραχές, από απλές ρυθμίσεις κατάστασης σε αναδιάταξη δομής, έως μετακανόνες που καθοδηγούν πότε και πώς θα αλλάζουν οι ίδιες οι διαδικασίες.

1. **Προσαρμογή πρώτης τάξης:** αφορά άμεσες αντιδράσεις σε διαταραχές, όπου το σύστημα αλλάζει τις καταστάσεις των μεταβλητών του χωρίς να μεταβάλει τη δομή του. Πρόκειται για απλή αυτορύθμιση μέσω ανάδρασης, όπως η λειτουργία ενός θερμοστάτη.
2. **Προσαρμογή δεύτερης τάξης:** αφορά αλλαγές στη δομή των συζεύξεων ή στις σχέσεις που καθορίζουν τη λειτουργία. Όταν οι υπάρχουσες διαδικασίες αποτυγχάνουν, το σύστημα αναδιαμορφώνει τις συνδέσεις του για να ανακτήσει ισορροπία. Αυτή η μετα-προσαρμογή εξασφαλίζει τη σταθερότητα, καθώς το σύστημα «μαθαίνει» νέους τρόπους αυτορύθμισης.
3. **Προσαρμογή τρίτης τάξης:** αφορά τη μετα-μάθηση (meta-learning), δηλαδή την ικανότητα του συστήματος να αναπτύσσει μηχανισμούς που καθορίζουν πότε και πώς θα μεταβάλλει τις ίδιες του τις διαδικασίες προσαρμογής.

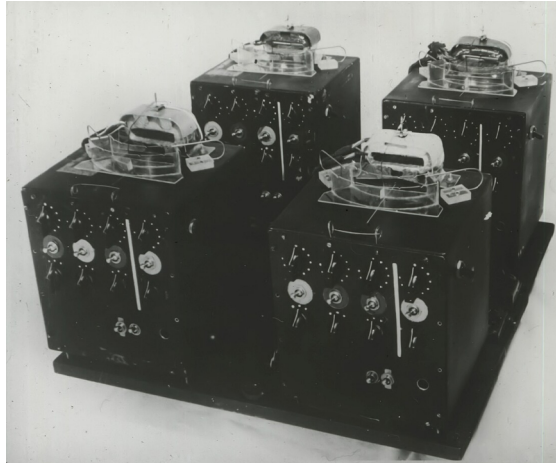
Ο Ashby (1956) περιγράφει την προσαρμογή ως μηχανισμό που οδηγεί στην ομοιόσταση. Έτσι, η προσαρμογή επιτρέπει στο σύστημα να ελέγχει και να διατηρεί την εσωτερική του ποικιλία, ώστε να ανταποκρίνεται σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα αλλά παράλληλα να διατηρεί την ομοιοστατική του ισορροπία.

## Παράθεμα 2

### Ο ομοιοστάσης του Ashby

Στο *An Introduction to Cybernetics* (1956), ο Ashby παρουσιάζει την εκδοχή της μηχανής του με τέσσερις ηλεκτρομαγνήτες, των οποίων οι πυρήνες μετατοπίζουν τις επαφές τεσσάρων ροοστατών.

Κάθε μονάδα διαθέτει μεταβλητές αντιστάσεις και ηλεκτρομαγνήτες, ώστε η έξοδος της μίας να επηρεάζει δυναμικά την επόμενη. Όταν μια μονάδα υπερβεί τα λειτουργικά της όρια, οι εσωτερικές συνδέσεις αναδιαμορφώνονται αυτόματα έως ότου επιτευχθεί νέα ισορροπία. Στην περίπτωση ενός αυτοπροσαρμοζόμενου συστήματος, η ρύθμιση δεν προκύπτει από εξωτερικό ελεγκτή αλλά από την εσωτερική αναζήτηση παραμέτρων.



**Εικόνα 6:** Ο ομοιοστάσης του W. Ross Ashby, W. R. (1948). *Wikimedia Commons*. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:W. R\\_oss Ashby%27s\\_1948\\_Homeostat.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:W._R_oss_Ashby%27s_1948_Homeostat.jpg)

## 2.2. Case Study: Alice Eldridge- *Singing Homeostat*

Ένα ιδιαίτερο παράδειγμα εφαρμογής αυτών των αρχών στον ήχο είναι το έργο *Singing Homeostat* (2005) της Alice Eldridge. Η συνθέτρια εφαρμόζει τον νόμο της αναγκαίας ποικιλίας (law of requisite variety), σύμφωνα με τον οποίο μόνο ένα σύστημα με επαρκή εσωτερική ποικιλία μπορεί να αντισταθμίσει την ποικιλία του περιβάλλοντος και να διατηρήσει λειτουργική σταθερότητα.

Το σύστημα που έχει δημιουργήσει, αποτελείται από μια σειρά ηλεκτρομηχανικών ταλαντωτών, καθένας εκ των οποίων ελέγχει την αναπαραγωγή

ενός μικροτονικά ρυθμισμένου φωνητικού δείγματος. Οι ταλαντώσεις, οι οποίες ξεκινούν από τυχαίες καταστάσεις, εξελίσσονται μέσα από κυκλώματα ανάδρασης και διαμέσου μικρών παρεμβάσεων από το περιβάλλον. Όταν το σύστημα εκτρέπεται πέρα από τα καθορισμένα όρια, τροποποιεί τις μεταξύ του συζεύξεις, αναζητώντας εκ νέου ένα καθεστώς σταθερότητας. Η δυναμική αυτή δεν επιβάλλεται εξωτερικά αλλά αναδύεται από την αλληλεπίδραση των μονάδων, που προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους, προκειμένου να διατηρηθεί η συνολική ισορροπία. Οι μεταβάσεις από την αταξία στη σταθερότητα δείχνουν ένα σύστημα που «μαθαίνει» να οργανώνεται χωρίς εκ των προτέρων κεντρικό έλεγχο, αξιοποιώντας την ίδια του τη δομή ως μέσο αυτορύθμισης. (Eldridge, A. 2005)

Η αρχή αυτή πραγματώνεται μέσω εφικτών συνδεσμολογικών συνδυασμών και της συνεχούς αναπροσαρμογής των εσωτερικών σχέσεων. Η διαδικασία αυτή συνιστά μορφή υπερσταθερότητας, δηλαδή προσαρμογή δεύτερης τάξης, στην οποία το ίδιο το σύστημα μεταβάλλει τη δομή του ώστε να διατηρεί τη βιωσιμότητά του υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες. Το Singing Homeostat λειτουργεί έτσι ως πρότυπο ενός αυτόνομου ηχητικού συστήματος που «μαθαίνει» μέσα από δοκιμές και σφάλματα, ανασχηματίζοντας την ίδια του την αρχιτεκτονική έως ότου επιτύχει βιώσιμη ισορροπία.

### 3. Γενεσιουργές διαδικασίες

*«Η μουσική δεν είναι σταθερή συνθετικά, είτε από τη συμβολική αναπαράσταση της σημειογραφίας είτε από μια πλατωνική ιδέα μιας τέλει μουσικής μορφής. Αντίθετα, είναι ένας εφήμερος χορός δράσης, ο οποίος μπορεί να εκδηλώσει αναδυόμενες ιδιότητες που μπορούμε να ορίσουμε ως μουσική» (Pickles, 2016, σελ. 3).*

Η μετάβαση από την έννοια της ομοιόστασης προς τις γενεσιουργές διαδικασίες σηματοδοτεί μια μετατόπιση από την αυτο-ρύθμιση στην αυτο-παραγωγή. Ενώ τα ομοιοστατικά συστήματα τείνουν να επαναφέρουν μια προκαθορισμένη ισορροπία, τα γενεσιουργά (generative) συστήματα δεν αναζητούν σταθερότητα αλλά δημιουργούν νέες καταστάσεις μέσα από αλληλεπιδράσεις, κανόνες, ή και πιθανοκρατικές εξελίξεις. Η πληροφορία παύει να λειτουργεί μόνο ως μέσο ελέγχου και μετατρέπεται σε διαδικασία παραγωγής.

Η κατανόηση αυτών των συστημάτων, απαιτεί μια στροφή από την παρατήρηση του τελικού αποτελέσματος στην ανάλυση των διαδικασιών που το παράγουν. Η θεωρητική τους αρχιτεκτονική δεν αρκεί να προσδιοριστεί μόνο από την υποδομή ή τους αλγορίθμους που τη συγκροτούν, αλλά πρέπει να εξεταστεί ως ένα σύστημα σχέσεων όπου η πληροφορία, η τυχαιότητα και ο έλεγχος διαπλέκονται σε μια συνεχή συσχέτιση. Τα generative συστήματα αφορούν ευρύτερα τη δημιουργία πλαισίων εντός των οποίων το αποτέλεσμα μπορεί να αναδυθεί ως διαδικασία, χωρίς να προκαθορίζεται πλήρως η μορφή

.Η οργάνωση αρθρώνεται μέσα από τρία αλληλένδετα στοιχεία που διαμορφώνουν το πεδίο της γενεσιουργού λειτουργίας:

1. Τον *χώρο καταστάσεων*, στον οποίο η ποικιλία προσδιορίζεται από το πλήθος και τις σχέσεις των δυναμικών καταστάσεων που μπορεί να προκύψουν.
2. Τους *μηχανισμούς παραγωγής και μετασχηματισμού*, συμπεριλαμβανομένων κανόνων, αλγοριθμικών διαδικασιών, στοχαστικών τελεστών και βρόχων ανάδρασης που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον.
3. Την *αυτονομία του συστήματος*, η οποία επιτρέπει τη λειτουργία του συστήματος χωρίς εξωτερική παρέμβαση.

Ο χώρος καταστάσεων αποτελεί το θεμελιώδες υπόβαθρο ενός γενεσιουργού συστήματος. Δεν πρόκειται για έναν προκαθορισμένο ή στατικό χώρο, αλλά για ένα δυναμικό και μεταβαλλόμενο πεδίο όπου οι καταστάσεις

προκύπτουν από την αλληλεπίδραση κανόνων, παραμέτρων και πιθανοκρατικών γεγονότων. Στα ηχητικά συστήματα, ο χώρος καταστάσεων μπορεί να περιλαμβάνει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς ηχητικών παραμέτρων, όπως συχνότητες, ρυθμούς, εντάσεις και χωρικές θέσεις, καθώς και τις μεταξύ τους σχέσεις. Η πολυπλοκότητά του δεν ορίζεται μόνο από το πλήθος των στοιχείων που τον συγκροτούν, αλλά και από τον τρόπο που αυτά συνδέονται και μεταβάλλονται. Όσο μεγαλύτερη η ποικιλία των δυνατικών καταστάσεων και των συσχετίσεων τους, τόσο πλουσιότερη είναι η ικανότητα του συστήματος να παράγει νέα και απρόβλεπτα αποτελέσματα. Ο χώρος καταστάσεων δεν είναι, λοιπόν, μια αποθήκη δεδομένων, αλλά ένα εν δυνάμει πεδίο συμβάντων, μια χαρτογράφηση πιθανών εξελίξεων που πραγματώνονται μέσα από την ίδια τη λειτουργία του συστήματος.

Οι μηχανισμοί παραγωγής και μετασχηματισμού αποτελούν το λειτουργικό επίπεδο του γενεσιουργού συστήματος. Ενσωματώνουν αλγοριθμικές διαδικασίες, κανόνες, βρόχους ανάδρασης, στοχαστικούς τελεστές και προσαρμοστικούς μηχανισμούς που ρυθμίζουν τη ροή της πληροφορίας. Σε αντίθεση με τα ομοιοστατικά συστήματα, τα οποία επιδιώκουν την επαναφορά σε μια κατάσταση ισορροπίας, οι γενεσιουργοί μηχανισμοί στοχεύουν στην παραγωγή μεταβολών και διαφοροποιήσεων. Η ανάδραση λειτουργεί εδώ ως δημιουργική δύναμη: κάθε έξοδος μπορεί να επανεισάγεται στην είσοδο, προκαλώντας νέες μορφές και παραλλαγές. Η τυχαιότητα, μακριά από το να αποτελεί απλή διαταραχή, γίνεται εργαλείο ποικιλίας, καθώς επιτρέπει την εμφάνιση μη επαναλαμβανόμενων μοτίβων. Έτσι, το αποτέλεσμα δεν είναι προϊόν ενός προκαθορισμένου σχεδίου, αλλά μιας συνεχούς διαδικασίας αλληλεπίδρασης μεταξύ κανόνων, δεδομένων και περιβάλλοντος. Μέσα από αυτή τη δυναμική, το σύστημα αυτοαναπαράγεται, αναπροσδιορίζει τα όριά του και διαμορφώνει τη δική του εσωτερική λογική.

Η αυτονομία του συστήματος είναι το στοιχείο που καθιστά τις γενεσιουργές διαδικασίες ζωντανές και εξελικτικές. Δεν αφορά την πλήρη αποκοπή από το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά την ικανότητα να ανταποκρίνεται δημιουργικά στις μεταβολές του, χωρίς την ανάγκη άμεσης ανθρώπινης παρέμβασης. Ένα αυτόνομο σύστημα μπορεί να ανιχνεύει αλλαγές, να αξιολογεί τις συνθήκες και να αναπροσαρμόζει τις εσωτερικές του παραμέτρους, διατηρώντας μια ισορροπία ανάμεσα στη σταθερότητα και την εξέλιξη. Μέσω αυτής της διαδικασίας, το σύστημα αποκτά χαρακτηριστικά που θυμίζουν ζωντανούς οργανισμούς: μαθαίνει, προσαρμόζεται και εξελίσσεται. Η αυτονομία, λοιπόν, δεν είναι μόνο τεχνική ιδιότητα, αλλά αισθητική και φιλοσοφική ποιότητα, καθώς επιτρέπει στο έργο να υπάρχει ως μια ανοιχτή, απρόβλεπτη και αυτοτελής διαδικασία.

Η συνολική λειτουργία των τριών αυτών στοιχείων —χώρος καταστάσεων, μηχανισμοί παραγωγής και αυτονομία— συγκροτεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο το γενεσιουργό σύστημα αποκτά υπόσταση. Η δημιουργία μετατοπίζεται από το επίπεδο της εκτέλεσης στο επίπεδο της διαδικασίας, ενώ ο ρόλος του δημιουργού

επαναπροσδιορίζεται: από αυτόν που καθορίζει τη μορφή, σε εκείνον που ορίζει τις συνθήκες για την ανάδυση της. Αυτή η μετάβαση προετοιμάζει το έδαφος για την κατανόηση της γενεσιουργού μουσικής ως πρακτικής που δεν αποσκοπεί στο τελικό αποτέλεσμα, αλλά στην ενεργή διερεύνηση των σχέσεων ανάμεσα στον ήχο, το σύστημα και το περιβάλλον.

### Παράθεμα 3

#### Steve Reich — Phasing

Το 1965 ο Reich έκοψε δύο λούπες από το κήρυγμα του Brother Walter και τις έπαιξε ταυτόχρονα σε δύο μονοφωνικά μπομπινόφωνα. Μια ανεπαίσθητη διαφορά στις ταχύτητες των μοτέρ προκάλεσε σταδιακή μετατόπιση φάσης. Καθώς οι λούπες άρχισαν να αποσυγχρονίζονται και επανασυγχρονίζονται, δημιουργήθηκαν νέες ρυθμικές και μελωδικές σχέσεις που δεν είχαν προδιαγραφεί. Ο ίδιος περιέγραψε αργότερα ότι τοποθέτησε το “it’s gonna rain” πάνω από το “rain”, ώστε τα δύο κανάλια να συναντώνται στο “it’s gonna... it’s gonna... rain... rain...” με διαφορά φάσης 180°. Το phasing αναδεικνύει μια γενεσιουργός διαδικασία όπου απλοί κανόνες γεννούν μορφή χωρίς εξωτερική παρέμβαση.



**Εικόνα 7:** Μια λούπα μαγνητοταινίας, άξονες κύλισης και πολλαπλές μαγνητικές κεφαλές για τη δημιουργία πολλαπλών ηχητικών ηχώ σε μονάδα Roland RE-101 Space Echo. [Φωτογραφία].Wikipedia contributors. (n.d.). Tape loop [Λήμμα]. Wikipedia, The Free Encyclopedia.

Ανακτήθηκε στις 18 Οκτωβρίου 2025, από [https://en.wikipedia.org/wiki/Tape\\_loop](https://en.wikipedia.org/wiki/Tape_loop).

### 3.1 Generative Music (Γενεσιουργός Μουσική)

Ο όρος Generative Music εισήχθη από τον Brian Eno το 1995, για να περιγράψει τη μουσική, που δημιουργείται μέσω κάποιου καθορισμένου συστήματος το οποίο επιτρέπει στη σύνθεση να εξελίσσεται στον χρόνο αυτόνομα, παράγοντας μη προκαθορισμένα αποτελέσματα. Δεν επρόκειτο για την προσθήκη ενός ακόμη μουσικού είδους, αλλά για ένα είδος ιδεολογικής απόσχισης: η μουσική, στην εκδοχή αυτή, δεν γράφεται ώστε να παιχτεί, αλλά μάλλον για να *υπάρχει*. Στήνεται μέσα από ένα σύνολο κανόνων, παραμέτρων και μηχανισμών που δρουν αυτόνομα – δεν απαιτούν τη διαρκή επιμέλεια ή παρέμβαση του δημιουργού. Δεν υπάρχει απαραίτητα κάποιο score, ούτε ένα "τελειωμένο έργο". υπάρχει αντί αυτού ένα δυναμικό περιβάλλον, ένα ηχητικό οικοσύστημα σε συνεχή κίνηση. Η μουσική εξελίσσεται χωρίς προβλέψιμο τέλος, αλλά με έναν τρόπο που διατηρεί συνοχή – σαν να πρόκειται για φυσικό φαινόμενο ή για κάποιον οργανισμό με δική του ζωή (Priestley, 2014, σ. 1).

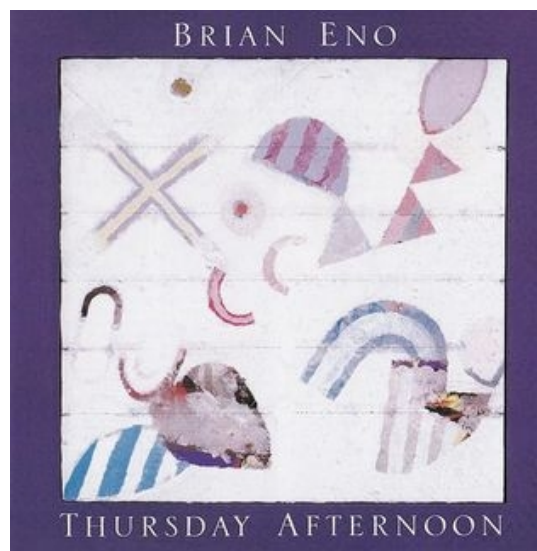
Ο ίδιος ο Eno παρομοιάζει εύστοχα αυτή τη διαφοροποίηση: «η Generative Music είναι σαν να προσπαθείς να δημιουργήσεις έναν σπόρο, ενώ η κλασική σύνθεση μοιάζει περισσότερο με την προσπάθεια να φτιάξεις ένα δέντρο» (Toop, 2006, σ. 182). Δεν πρόκειται μόνο για μια μεταφορά, αλλά για μια βαθιά αλλαγή στον τρόπο σκέψης, όπου η έμφαση μετατοπίζεται από τον λεπτομερή έλεγχο του κάθε ηχητικού συμβάντος προς τη δημιουργία συστημάτων που αυτονομούνται και παράγουν μη προβλέψιμα ηχητικά αποτελέσματα. Ο ρόλος του συνθέτη, έτσι, παύει να είναι εκείνος του "χειροτέχνη" ή του "μαέστρου" και μετατρέπεται σε σχεδιαστή συνθηκών και η σύνθεση γίνεται περισσότερο μια διαδικασία ανάπτυξης όπου το αποτέλεσμα σε κάθε ακρόαση διαφέρει. Μέσα από αυτό το πρίσμα, ο Eno απομακρύνει τη μουσική από τη λογική της "εκτέλεσης" και την τοποθετεί στο πεδίο της εμπειρίας,

Η ιδέα της γενεσιουργού μουσικής, αποτυπώνει μια ευρύτερη στροφή σε θεωρίες που αντιλαμβάνονται τα δημιουργικά συστήματα ως δυναμικά, αναδιοργανωμένα, με στοιχεία εξελικτικότητας. Αυτή η προσέγγιση αντλεί από την κυβερνητική και τη θεωρία συστημάτων, όπου η τάξη και η οργάνωση δεν επιβάλλονται αλλά αναδύονται μέσα από σύνθετες αλληλεπιδράσεις. Η μουσική, έτσι, απομακρύνεται από την έννοια της "σειράς νοτών" ή "συνεχόμενων γεγονότων" και μετατρέπεται σε μια ρευστή ροή σχέσεων – ένα δίκτυο πληροφορίας που αυτορρυθμίζεται. Έργα όπως το *Music for Airports* ή το *Generative Music 1* λειτουργούν ως ηχητικά οικοσυστήματα: εξελίσσονται σταδιακά και ανεπαίσθητα, χωρίς όμως να χάνουν την εσωτερική τους ισορροπία. Δεν είναι φορμαλιστικά "κομμάτια", αλλά σχεδόν τοπία. Προτάσεις για μια μουσική που υπάρχει πέρα από τον δημιουργό, πέρα από την έννοια του ίδιου του έργου.

### 3.1.1 Case Study: Thursday Afternoon

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της πρακτικής του αποτελεί το *Thursday Afternoon* (1985). Όπως επισημαίνει η Geeta Dayal στη μελέτη της για τον Eno, ο συνθέτης μετατοπίζει το βάρος από τη γραμμική σύνθεση στη ρύθμιση κανόνων και συνθηκών που επιτρέπουν στα ηχητικά στρώματα να αλληλεπιδρούν και να προκύπτουν (Dayal, 2009). Για αυτόν το δίσκο, ο Eno ανέπτυξε ένα σύστημα επεξεργασίας ήχου με πολλαπλούς βρόχους καθυστέρησης (delay loops) και στρώματα ηχητικού υλικού που ανατροφοδοτούνται διαρκώς, έτσι ώστε κάθε επιστροφή να είναι ελαφρά μετατοπισμένη και να γεννά απρόβλεπτες συσχετίσεις.

Στο συγκεκριμένο έργο, η συνθετική διαδικασία υποχωρεί υπέρ της δημιουργίας ενός περιβάλλοντος αυτόνομης εξέλιξης. Η μουσική δεν προκύπτει από μια εξωτερική, προκαθορισμένη σύνθεση, αλλά γεννιέται μέσα από τη λειτουργία του ίδιου του συστήματος. Ο Eno περιγράφει τη μέθοδο αυτή ως σχεδιασμό συνθηκών, στις οποίες η μουσική γεννιέται, υποδεικνύοντας μια μετάβαση από τη σύνθεση προς τον προγραμματισμό συμπεριφορών. Το *Thursday Afternoon* λειτουργεί έτσι ως ένα πρώιμο μοντέλο γενεσιουργού οικοσυστήματος, όπου ο ήχος αυτοοργανώνεται σε πραγματικό χρόνο, αναδεικνύοντας την αισθητική της μεταβολής και της απροσδιοριστίας που ορίζει τη γενεσιουργό μουσική. Η μορφή δεν επιβάλλεται εκ των προτέρων· αναδύεται από τη ροή, τις καθυστερήσεις και τις μικροσκοπικές αποκλίσεις φάσης που συσσωρεύονται με τον χρόνο.



*Εικόνα 8: Eno, B. (1985). Thursday Afternoon [Εξώφυλλο άλμπουμ]. EG Records / Opal Productions. Εικαστικό έργο: Tom Phillips· σχεδιασμός: Russell Mills.*

### 3.2 Στοχαστικά Μοντέλα

Ο όρος *stochastic* προέρχεται από την ελληνική λέξη «στοχαστικός» και σημαίνει «σχετικό με την εικασία»<sup>8</sup>. Στα μαθηματικά, μια *στοχαστική διαδικασία* ορίζεται ως ένα σύνολο τυχαίων μεταβλητών που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου σύμφωνα με πιθανοκρατικούς νόμους (Dobriian, σ.α., σελ. 1). Τα *στοχαστικά μοντέλα*, επομένως, περιγράφουν συστήματα στα οποία οι μεταβολές δεν είναι αυστηρά καθορισμένες, αλλά υπόκεινται σε πιθανότητες. Εφαρμόζονται για να αναλύσουν ή να προβλέψουν συμπεριφορές φαινομένων που παρουσιάζουν αβεβαιότητα.

Η εισαγωγή των στοχαστικών μοντέλων στη μουσική σύνθεση αποτελεί μία από τις πιο ριζοσπαστικές μετατοπίσεις του 20ού αιώνα: μια μετάβαση από τη γραμμική, αιτιοκρατική οργάνωση του ήχου σε μία μαθηματικοποιημένη προσέγγιση της αβεβαιότητας. Ο Ιάννης Ξενάκης, μέσα από το *Formalized Music* (1992), διατύπωσε με σαφήνεια την ιδέα ότι η μουσική μπορεί να οργανωθεί με βάση τις πιθανότητες και όχι μεμονωμένα μουσικά γεγονότα. Στη σκέψη του, η σύνθεση δεν αφορά τη διαδοχή ήχων υπό πλήρη έλεγχο, αλλά τον καθορισμό ενός πλαισίου όπου τα ηχητικά φαινόμενα προκύπτουν ως αποτέλεσμα στοχαστικών διεργασιών. Ο συνθέτης δε «γράφει» τη μουσική με την παραδοσιακή έννοια, αλλά ορίζει τους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους αυτή προκύπτει.

Η θεμελίωση αυτής της λογικής έχει τις ρίζες της στην κυβερνητική του Norbert Wiener. Ο Wiener (1961) αναγνωρίζει ότι η ανάλυση και ο έλεγχος μη γραμμικών συστημάτων δεν μπορούν να επιτευχθούν μέσα από την κλασική αρμονική ανάλυση, καθώς η φύση τους είναι τυχαία και ασταθής. Για να περιγράψει αυτή την απρόβλεπτη συμπεριφορά, χρησιμοποιεί το παράδειγμα των τυχαίων μεταβολών της θερμότητας σε ένα σώμα: παρότι οι κινήσεις των μορίων είναι απροσδιόριστες, η συνολική κατανομή της θερμότητας υπακούει σε προβλέψιμους στατιστικούς νόμους (Wiener, 1961, σελ. 45–46). Το ίδιο ισχύει και για άλλα φυσικά φαινόμενα, όπου η τάξη αναδύεται μέσα από μεγάλο αριθμό τυχαίων γεγονότων. Έτσι, η στοχαστικότητα δεν σημαίνει αποδιοργάνωση, αλλά περιγράφει την τάξη που προκύπτει μέσα από την αβεβαιότητα. Στη σκέψη του Ξενάκη, αυτή η αρχή μετασχηματίζεται σε συνθετικό μηχανισμό: οι ήχοι δεν ακολουθούν αυστηρές δομές αλλά σχηματίζουν πρότυπα πιθανότητας, δημιουργώντας μορφές που αναδύονται δυναμικά από τη πιθανές καταστάσεις του συστήματος. Η πιθανότητα στη στοχαστική μουσική δεν αντιπροσωπεύει απλή τυχειότητα αλλά ελεγχόμενη αβεβαιότητα, λειτουργεί ως δημιουργικός μηχανισμός

---

<sup>8</sup> Θεώρηση για την οποία δεν παρατίθενται σαφή δεδομένα αλλά το περιεχόμενο της διατύπωσής της φαντάζει σε κάποιον πιθανό.

ισορροπίας ανάμεσα στο χάος και την τάξη, επιτρέποντας στον συνθέτη να διατηρεί έλεγχο σε ένα πεδίο φαινομενικής τυχαιότητας.

Στο *Formalized Music*, ο Ξενάκης εφαρμόζει διαφορετικούς μαθηματικούς νόμους κατανομής για να προσδιορίσει τη συμπεριφορά των ηχητικών παραμέτρων. Χρησιμοποιεί την εκθετική κατανομή για τη διάρκεια των ήχων, την κατανομή Poisson για την εμφάνιση σπάνιων γεγονότων και την κατανομή Gauss για τη διασπορά ταχυτήτων και συχνοτήτων στα *glissandi*. Κάθε τύπος κατανομής δεν αποτελεί απλή στατιστική επιλογή, αλλά καθορίζει τον χαρακτήρα της ηχητικής υφής: άλλοτε αραιή και απρόβλεπτη, άλλοτε πυκνή και συνεχής. (Xenakis, 1992, σελ. 9–11)

### 3.2.1 Case Study: *Pithoprakta*

Το *Pithoprakta* (1955–56) αποτελεί το πρώτο έργο στο οποίο ο Ξενάκης εφαρμόζει συστηματικά τη θεωρία των πιθανοτήτων στη μουσική σύνθεση, μετατρέποντας το φυσικό φαινόμενο της τυχαίας κίνησης των μορίων σε ακουστική εμπειρία. Η ονομασία του, προερχόμενη από τη σύνθεση των λέξεων «πιθανότητες» και «πράξη» (δηλαδή «πράξεις που βασίζονται σε πιθανότητες», αποτυπώνει την πρόθεσή του να δημιουργήσει ένα σύστημα οργάνωσης του ήχου βασισμένο σε στοχαστικές αρχές. Ο Ξενάκης θεωρεί ότι οι παραδοσιακές τεχνικές σύνθεσης αδυνατούν να περιγράψουν φαινόμενα μεγάλης πολυπλοκότητας, όπου ο αριθμός των ηχητικών γεγονότων υπερβαίνει τη δυνατότητα ανθρώπινου ελέγχου. Αντί να καθορίζει μεμονωμένες νότες, εισάγει στατιστικούς μηχανισμούς που ρυθμίζουν τη συμπεριφορά των ήχων μέσα στον χρόνο (Xenakis, 1992, σελ. 12–13).

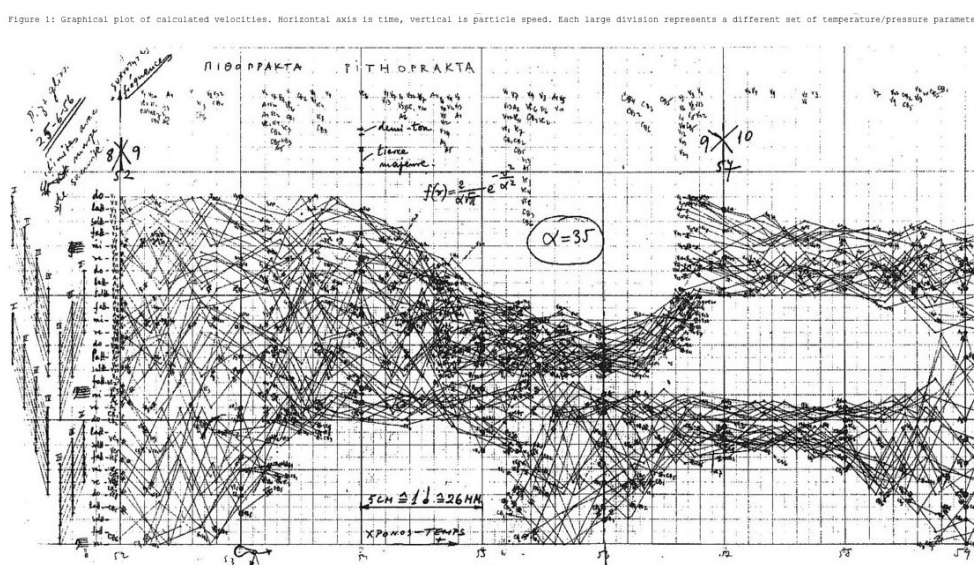
Η μαθηματική δομή του *Pithoprakta* αντλεί από τη φυσική και ειδικότερα από την κινητική θεωρία των αερίων (Kinetic theory of gases)<sup>9</sup>. Όπως η θερμότητα προκύπτει από τις τυχαίες κινήσεις μεγάλου αριθμού μορίων, έτσι και η μουσική μορφή αναδύεται από τη συλλογική δράση πλήθους ανεξάρτητων ηχητικών γεγονότων. Ο Ξενάκης συνδέει κάθε έγχορδο όργανο με ένα «μόριο» που ακολουθεί ένα μοντέλο τυχαίας κίνησης με βάση τις εξισώσεις Maxwell–Boltzmann<sup>10</sup>, παράγοντας ένα ηχητικό πεδίο όπου η πυκνότητα και η ταχύτητα των *glissandi* μεταβάλλονται στατιστικά. Το αποτέλεσμα είναι μια μαζική ηχητική δομή

---

<sup>9</sup> Η κινητική θεωρία των αερίων περιγράφει τη θερμοδυναμική συμπεριφορά των αερίων με βάση τη μικροσκοπική κίνηση των μορίων τους. Σύμφωνα με αυτή, οι μακροσκοπικές ιδιότητες —όπως η πίεση, η θερμοκρασία και ο όγκος, προκύπτουν από τις συγκρούσεις και τις ταχύτητες των επιμέρους σωματιδίων. Με άλλα λόγια, η θεωρία εξηγεί τα φαινόμενα της θερμότητας και της πίεσης όχι ως αφηρημένες ποσότητες, αλλά ως αποτέλεσμα της συλλογικής στατιστικής συμπεριφοράς των μορίων που βρίσκονται σε διαρκή, τυχαιά κίνηση.

που δεν είναι προκαθορισμένη, αλλά εξελίσσεται ως φυσικό φαινόμενο, σαν ένα θερμικό νέφος από ήχους σε διαρκή μετασχηματισμό (Xenakis, 1992, σελ. 14–16).

Ο Ξενάκης απορρίπτει την ιδέα του απόλυτου ελέγχου και μετατοπίζει το ενδιαφέρον του στη διαμόρφωση συστημάτων που αυτορρυθμίζονται, όπως αυτά που περιέγραψε ο Wiener στην κυβερνητική θεωρία. Ο Wiener (1961) υποστήριξε ότι σε κάθε δυναμικό σύστημα η σταθερότητα δεν προκύπτει από την ακινησία, αλλά από τη ροή πληροφορίας μέσα σε βρόχους ανάδρασης που ισορροπούν τις διαταραχές (σελ. 109–110). Αντίστοιχα, ο Ξενάκης επιδιώκει μια μουσική όπου η τάξη αναδύεται από την ίδια τη στοχαστική αλληλεπίδραση των ήχων, χωρίς εξωτερικό έλεγχο. Έτσι, το έργο λειτουργεί ως «ανοιχτό σύστημα» που διατηρεί τη συνοχή του μέσω εσωτερικών πιθανοκρατικών σχέσεων.



**Εικόνα 9:** Γραφική σημειογραφία του έργου «Pithoprakta» του συνθέτη Iannis Xenakis. Κάθε όργανο θεωρείται ως μόριο που ακολουθεί τον νόμο του Maxwell-Boltzmann με γκαουσιανή κατανομή των διακυμάνσεων θερμοκρασίας. *Music as a formal language. Comparative analysis of audio content recording techniques using symbolic and subsymbolic representation for processing by machine learning methods - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Graphic-notation-of-the-work-Pithoprakta-by-composer-Iannis-Xenakis-Each-instrument-is\\_fig1\\_359200352](https://www.researchgate.net/figure/Graphic-notation-of-the-work-Pithoprakta-by-composer-Iannis-Xenakis-Each-instrument-is_fig1_359200352) [accessed 22 Oct 2025]*

Το Pithoprakta μετατρέπει τα μαθηματικά δεδομένα σε μια εμπειρία συνεχούς μεταμόρφωσης. Οι πυκνώσεις και αραιώσεις του ήχου, οι μικρές αποκλίσεις στην ταχύτητα και οι μεταβολές των glissandi δημιουργούν μια αίσθηση

<sup>10</sup> Το μοντέλο της κινητικής θεωρίας των αερίων.

οργανικής κίνησης. Ο ακροατής δε συναντά μια μελωδία ή αρμονία, αλλά μια μορφή που γεννιέται και διαλύεται σύμφωνα με πιθανοκρατικούς νόμους.

#### Παράθεμα 4

#### Η δημιουργική διαδικασία του Ξενάκη

«oiseau» → πουλί ή σαν πουλί (αναφέρεται σε ήχο ελαφρύ, με γρήγορες κινήσεις ή τιτβίσματα, συχνά χρησιμοποιείται για να περιγράψει ηχητικά σμήνη ή μικρο-δομές υψηλής συχνότητας).

«cuivré» → χάλκινος ή με χάλκινη χροιά (παρομοίωση με τα πνευστά χάλκινα δείχνει ήχο λαμπερό, μεταλλικό, συχνά με ισχυρές αρμονικές και ενεργητικό φάσμα).

«bruit blanc aigu» → λευκός θόρυβος οξύς (υψηλός) (αναφέρεται σε φάσμα θορύβου με ενέργεια κυρίως στις υψηλές συχνότητες: ένα είδος λεπτού, αιχμηρού ήχου).

«bruit blanc coloré lisse» → λευκός θόρυβος χρωματισμένος και ομαλός (σημαίνει λευκός θόρυβος του οποίου το φάσμα έχει φιλτραριστεί ώστε να αποκτήσει «χρώμα» ή τονικότητα, με ομαλή, χωρίς διακυμάνσεις υφή).

The image shows a screenshot of a computer screen displaying a list of audio files. The list includes columns for file names, dates, and times. Handwritten annotations in blue and red ink are present, including musical notation (staves with notes) and text labels such as "bruit blanc coloré lisse", "oiseau", "cuivré", and "bruit blanc aigu". The list is titled "Le volume dans l'unité C n'a pas de nom Répertoire de C:\SOUND".

File Name	Date	Time
<REP>	17/10/90	16:14
<REP>	17/10/90	16:14
F	3003	27/05/91 10:59
XEN	SNO 75554778	4/06/91 19:14
XEN	SNI 75554778	8/06/91 19:32
3349	DAT 63783570	9/04/91 0:24
372	DAT 41050	24/09/90 15:54
3289	DAT 92386	20/02/91 16:21
3290	DAT 92972	20/02/91 16:26
3291	DAT 92016	20/02/91 16:58
3292	DAT 89880	20/02/91 17:01
3293	DAT 92162	20/02/91 17:05
389	DAT 1734570	10/10/90 23:38
391	DAT 63698	19/10/90 18:02
392	DAT 63698	19/10/90 18:06
393	DAT 63698	19/10/90 18:11
394	DAT 63698	19/10/90 18:18
395	DAT 63698	19/10/90 18:22
396	DAT 63698	19/10/90 18:27
397	DAT 63698	19/10/90 18:39
398	DAT 63698	19/10/90 18:44
3294	DAT 93096	20/02/91 17:10
3295	DAT 90238	20/02/91 17:14
3296	DAT 91388	20/02/91 17:18
3297	DAT 91828	20/02/91 17:22
3298	DAT 92348	20/02/91 17:27
3299	DAT 93568	20/02/91 17:31
3300	DAT 91142	20/02/91 17:35
3301	DAT 97482	20/02/91 18:23
3302	DAT 90918	20/02/91 18:30
3305	DAT 187528	25/02/91 16:52
3310	DAT 606308	26/02/91 15:57
3309	DAT 90666	25/02/91 17:24
3315	DAT 91032	26/02/91 16:10
3316	DAT 91322	26/02/91 16:55
3317	DAT 100844	26/02/91 16:51
3318	DAT 89460	26/02/91 17:00
3319	DAT 89846	26/02/91 17:04
3320	DAT 112206	26/02/91 17:09
3321	DAT 91170	26/02/91 17:19
3322	DAT 89004	26/02/91 17:22
3323	DAT 88984	26/02/91 17:27
3324	DAT 90562	26/02/91 17:32
3325	DAT 92402	26/02/91 17:46
3123	DAT 240098	7/11/90 18:05
3127	DAT 240098	7/11/90 18:59
3326	DAT 94634	26/02/91 18:00
3327	DAT 89284	26/02/91 18:04
3328	DAT 92664	26/02/91 18:13
3329	DAT 121006	26/02/91 18:18
3331	DAT 91044	26/02/91 18:31
3332	DAT 93724	26/02/91 18:39
3333	DAT 90302	26/02/91 18:42
3334	DAT 97466	26/02/91 18:50
3335	DAT 94616	26/02/91 18:55
3336	DAT 82244	26/02/91 18:59
	72549	26/02/91 19:00

**Εικόνα 10:** Στιγμιότυπο οθόνης με μια λίστα αρχείων ήχου που δημιουργήθηκαν από το GENDY301.BAS στον υπολογιστή του Xenakis. Παρατηρήστε τα διαφορετικά μεγέθη των αρχείων (ολόκληρα κομμάτια ή μόνο σύντομα ηχητικά αποσπάσματα). Παρατηρήστε επίσης την προσπάθεια του Ξενάκη να συστηματοποιήσει την τάξη, το ύψος και τις ηχητικές ιδιότητες. Πηγή: Hoffman, P. (2022). από *The Genesis of GENDY3: The Creative Process that Led to Xenakis' Opus Summum*.

## 4.[CLUSTER\_CLOUD]: Υλοποίηση έργου

### 4.1 Διαδικαστικό Διάγραμμα

Η παρούσα μελέτη αποτελεί έναυσμα για την υλοποίηση του έργου [CLUSTER\_CLOUD], μια πολυκάναλη ηχητική εγκατάσταση, η οποία σχεδιάστηκε με σκοπό τη ζωντανή εκτέλεση. Η σύνθεση εκκινείται με τον εκτελεστή να ενεργοποιεί και να κάνει μικροελέγχους στις γεννήτριες. Κάθε γεννήτρια σχεδιάστηκε αλγοριθμικά μέσω της Pure Data<sup>11</sup>, με σκοπό τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι πανομοιότυπα υφολογικά, αλλά λόγω μεταβλητών τυχαιότητας στις παραμέτρους τους και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, η ανάπτυξη της σύνθεσης που προκύπτει, δεν μπορεί να είναι απολύτως προκαθορισμένη.

Οι γενεσιουργές διαδικασίες αναδεικνύονται παράλληλα μέσω αναλογικών στοιχείων: ενισχυτές με ενσωματωμένα ηχεία και φίλτρα, μικρόφωνα επαφής (contact microphones) και μοτέρ δημιουργούν καθοδηγούμενα αλλά αυτόνομα κυκλώματα ανατροφοδότησης (feedback loops). Με την ενεργοποίηση του πρώτου ενισχυτή, ενσωματώνεται ο θόρυβος ανάδρασης από το ίδιο το κύκλωμα, ενώ μέσω των περιστροφικών ελεγκτών (knobs) που ρυθμίζουν τα φίλτρα, το φασματικό εύρος προσαρμόζεται δυναμικά σύμφωνα με τις ανάγκες της σύνθεσης. Η φυσική αλληλεπίδραση των μοτέρ με μεταλλικά και οστέινα αντικείμενα—στα οποία έχουν τοποθετηθεί μικρόφωνα επαφής—παράγει ρυθμούς και ηχοχρώματα που εξελίσσονται αυτόνομα, ενώ οι απρόβλεπτες κινήσεις των κρεμασμένων αντικειμένων και η σύνδεση των μοτέρ με subwoofer που λειτουργεί ως κεντρικός κόμβος ανατροφοδότησης δημιουργούν ένα πεδίο γενεσιουργού ηχητικής ροής όπου ο έλεγχος και η αυτονομία συνυπάρχουν. Ένας επιπλέον ενισχυτής τροφοδοτείται με τα σήματα που παράγονται από όλες αυτές τις πηγές· τα σήματα στη συνέχεια περνούν από μακράς διάρκειας καθυστερήσεις (delays), συγχωνεύονται και εκπέμπονται δημιουργώντας ένα drone που ενοποιεί και συνθέτει όλα τα ηχητικά στοιχεία σε μια συνεχή, εξελισσόμενη μάζα ήχου.

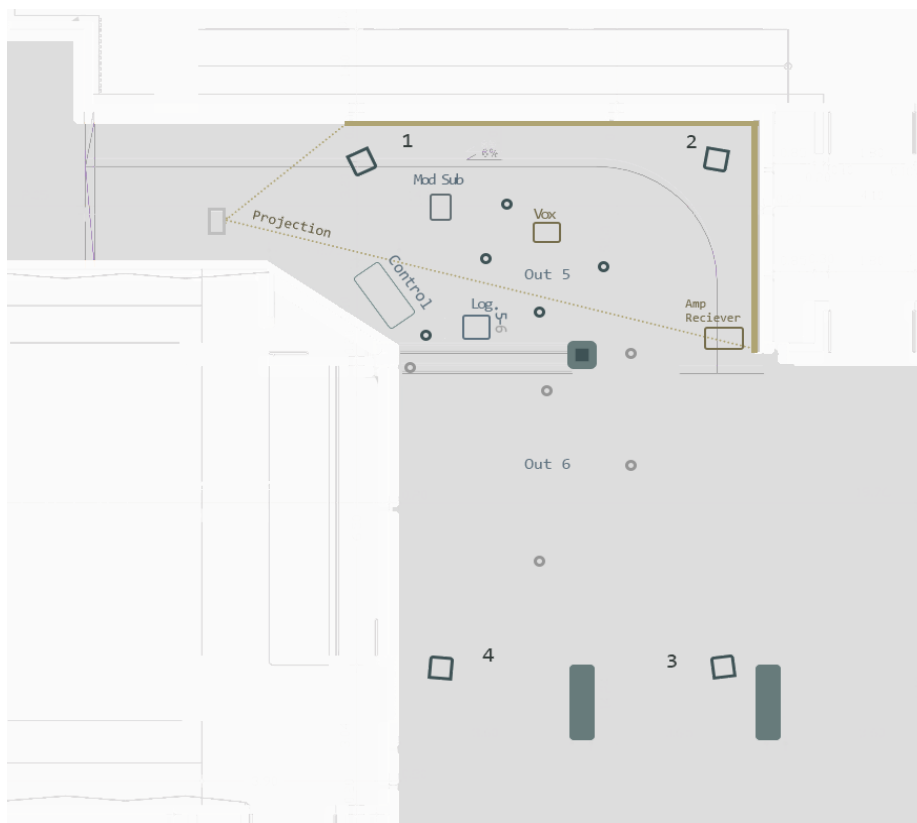
Η οπτική διάσταση του έργου υλοποιείται μέσω ζωντανής μετάδοσης από κάμερα που τροφοδοτεί ένα πρόγραμμα σε Processing<sup>12</sup>. Το πρόγραμμα εφαρμόζει την τεχνική του slit scan—μια μέθοδο που καταγράφει μόνο μια κάθετη ή οριζόντια λωρίδα από κάθε καρέ βίντεο και τη συνθέτει χρονικά, δημιουργώντας

---

<sup>11</sup> Η Pure Data είναι μια οπτική, node based γλώσσα προγραμματισμού, η οποία αναπτύχθηκε από τον Miller Puckette τη δεκαετία του 1990 για τη δημιουργία διαδραστικών μουσικών και πολυμεσικών έργων, με τη χρήση υπολογιστών.

<sup>12</sup> Η Processing είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα το οποίο βασίζεται στη Java και έχει σχεδιαστεί για τη δημιουργία οπτικών και διαδραστικών προτζεκτ.

παραμορφωμένες, ρευστές εικόνες όπου η κίνηση μετατρέπεται σε χωρική παραμόρφωση. Οι κινήσεις του εκτελεστή καταγράφονται και αποτυπώνονται στην προβολή, συσσωρεύονται και επικαλύπτονται, μέχρι να δημιουργήσουν ένα οπτικό ίχνος που εξελίσσεται παράλληλα με τον ήχο. Η προβολή λειτουργεί ως ο μόνος φωτισμός του χώρου. Μέσω του ελέγχου της κάμερας καθορίζεται η καταγραφή του slit scan και κατα συνέπεια το φως που υπάρχει στον χώρο, δημιουργώντας μια δυναμική σχέση μεταξύ κίνησης του εκτελεστή στον χώρο, καταγεγραμμένης εικόνας και προβολής.



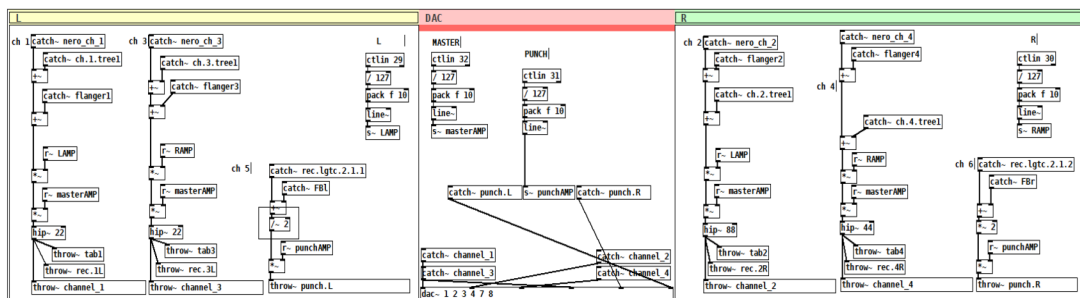
**Εικόνα 11:** Τοποθέτηση καναλιών της εγκατάστασης [ClusterCloud]

Το [CLUSTER\_CLOUD] λειτουργεί ως ένα υβριδικό οικοσύστημα όπου το ψηφιακό και το αναλογικό συνδυάζονται και αλληλοτροφοδοτούνται. Η εγκατάσταση δεν επιδιώκει την απόλυτη ακρίβεια ή την επαναληψιμότητα, αλλά αγκαλιάζει την αβεβαιότητα και την αυτονομία των συστημάτων που τη συνθέτουν. Ο ρόλος του εκτελεστή μετατοπίζεται από αυτόν του δημιουργού σε αυτόν του διαμεσολαβητή, καθορίζοντας τις αρχικές συνθήκες και παρεμβαίνοντας επιλεκτικά, ενώ η σύνθεση αναδύεται μέσα από τις αλληλεπιδράσεις των αλγοριθμικών και φυσικών διαδικασιών. Το αποτέλεσμα είναι μια ζωντανή, οργανική ηχητική εμπειρία, που μεταμορφώνεται σε κάθε εκτέλεση.

## 4.2 Κατανομή καναλιών

Η σύνθεση του Patch μεταδίδεται μέσω μιας τετραφωνικής διάταξης από active monitor ηχεία, τα οποία επιλέχθηκαν για την ουδέτερη φασματική τους απόκριση και την ακρίβεια στην αναπαραγωγή, προκειμένου να αποδίδουν πιστά τις λεπτές αποχρώσεις της σύνθεσης χωρίς ανεπιθύμητους χρωματισμούς (Rumsey & McCormick, 2014). Η χρήση τους στο περιβάλλον της εγκατάστασης, επιτρέπει στον ακροατή να αντιλαμβάνεται με σαφήνεια τις χωρικές σχέσεις και την κίνηση του ήχου μέσα στον χώρο, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζεται η σταθερότητα της ακουστικής εμπειρίας.

Το patch αποτελείται συνολικά από έξι εξόδους. Οι εξοδοί 1-4 καταλήγουν στην τετραφωνία, ενώ οι 5-6 κατευθύνονται σε μια διάταξη γυμνών μεγαφώνων, προερχόμενων από διαφορετικά μοντέλα παλαιών συσκευών. Το ίδιο σήμα οδηγείται σε ένα subwoofer το οποίο επιτρέπει την αναπαραγωγή των χαμηλών συχνοτήτων, συγχωνεύοντας τα δύο κανάλια. Στη συνέχεια το σήμα επαναδιαχωρίζεται, ώστε να καταλήξει στις δύο εξόδους μεγαφώνων, από όπου προκύπτουν μεσαίες και ψηλές συχνότητες. Έτσι συγκροτείται ένα ηχητικό δίπολο ανάμεσα στη σωματική ενέργεια των χαμηλών και την εύθραυστη, αλλοιωμένη παρουσία των υπόλοιπων συχνοτήτων.



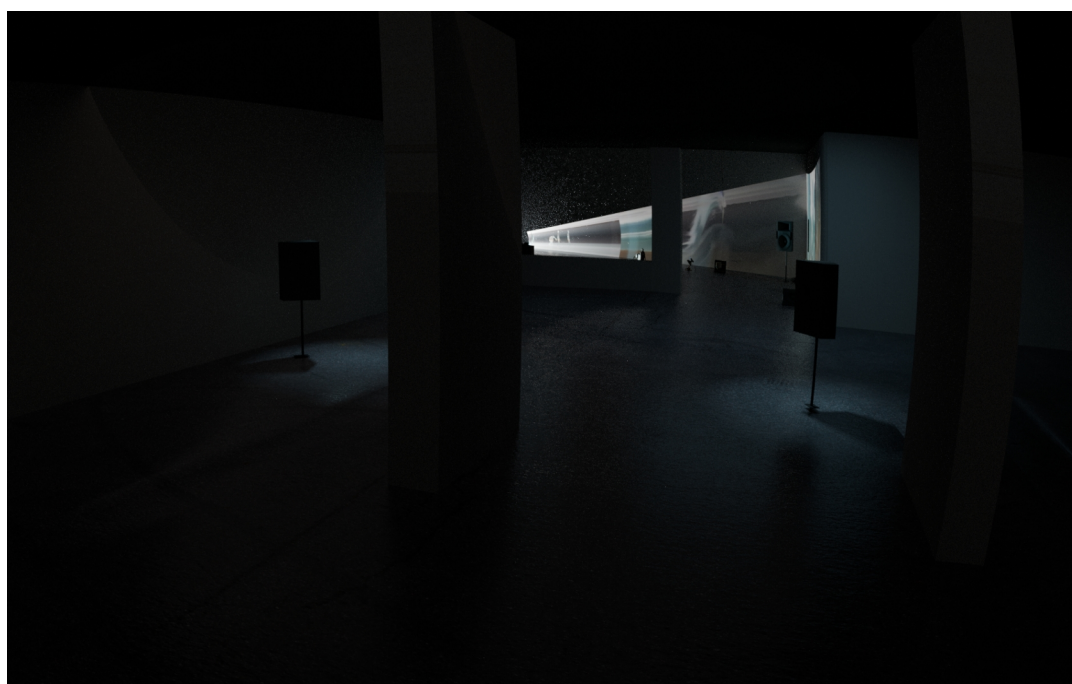
Εικόνα 12: Γραμμές εξόδων του Patch.

Παρόλο που κάθε γραμμή δέχεται το δικό της σήμα, κάθε μεγάφωνο έχει διαφορετικούς χρωματισμούς σε σχέση με τα υπόλοιπα της ίδια γραμμής. Ωστόσο, η φασματική διαφοροποίηση δεν προκύπτει από κάποια ενεργή επεξεργασία, αλλά από τους ίδιους τους υλικούς περιορισμούς. Τα μεγάφωνα αυτά δεν αποτελούν δύο τυποποιημένα σύνολα, αντιθέτως, συγκροτούν μια ετερογενή συλλογή, με διαφοροποιήσεις, τόσο στη φυσική κατασκευή, όσο στο μέγεθος και την ηλεκτρική τους αντίσταση ( $\Omega$ ). Η ποικιλομορφία αυτή παράγει ένα φάσμα αποκλίσεων στην ένταση, στη φασματική απόκριση και στη χροιά, οι οποίες ενισχύονται από σκόπιμες παρεμβάσεις, όπως οι τρυπημένες μεμβράνες, δημιουργώντας διαφορετικά επίπεδα κορεσμού σε κάθε υποσύνολο.

Η απόκλιση από τη «σωστή» απόδοση των ηχείων δεν εκλαμβάνεται εδώ ως τεχνική ανεπάρκεια αλλά ως αισθητικό εργαλείο: οι διαφοροποιήσεις αυτές

εγγράφουν στο ηχητικό πεδίο μια πολλαπλότητα μικροϋφών, οι οποίες εμπλουτίζουν την ακουσματική εμπειρία και εντάσσονται συνειδητά στη σύνθεση. Η συμβολή τους δεν είναι απλώς ενισχυτική· κάθε μεγάφωνο εισάγει μια ιδιαίτερη υλικότητα, ενώ η διάταξή τους παρακινεί τον θεατή να κινηθεί και να βιώσει τον ήχο όχι στατικά αλλά μέσα από μια διαδικασία χωρικής περιπλάνησης.

Η αξιοποίηση ετερογενών μεγαφώνων τηλεοράσεων εντάσσεται σε μια ευρύτερη πρακτική της σύγχρονης πειραματικής σύνθεσης, όπου τα «υποβαθμισμένα» ή φθαρμένα μέσα αποκτούν νέο αισθητικό κύρος. Ο C. Kelly εξετάζει στο *Cracked Media* (2009) τον τρόπο με τον οποίο η δημιουργική ενσωμάτωση κατεστραμμένων ή δυσλειτουργικών συσκευών μπορεί να ανατρέψει την κανονιστική αντίληψη περί «καθαρού» ήχου, μετασχηματίζοντας τον θόρυβο και την ατέλεια σε παραγωγικές αισθητικές στρατηγικές, μια καλλιτεχνική προσέγγιση την οποία αναλύει διεξοδικά K. Cascone στο *Aesthetics of Failure* (2000). Στο πλαίσιο της παρούσας εγκατάστασης, η χρήση ανομοιογενών μεγαφώνων δεν λειτουργεί ως αυτόνομο στοιχείο του συστήματος αλλά συνδιαλέγεται με τα active monitors και το subwoofer, διαμορφώνοντας μια ηχητική πολυπλοκότητα που ενσωματώνει την έννοια της ετερογένειας και της φθοράς ως οργανικά συστατικά της συνολικής σύνθεσης.

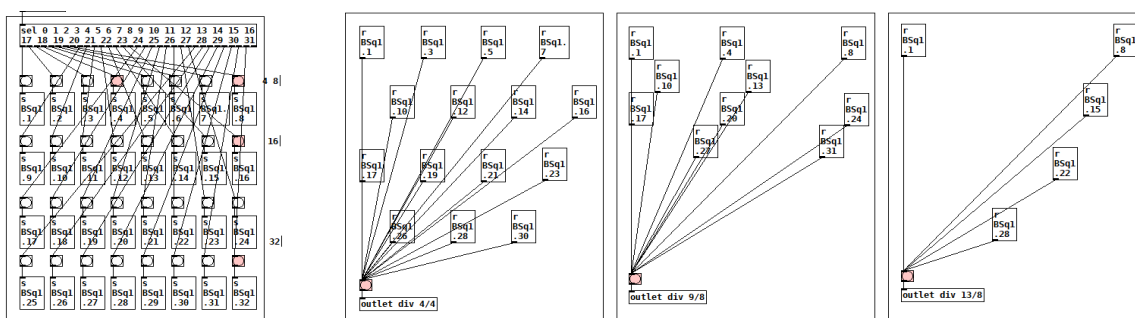


*Εικόνα 13: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του χώρου.*

### 4.3 Κεντρικός Αλγόριθμος

Το κεφάλαιο που ακολουθεί εξετάζει την αρχιτεκτονική του patch, τον τρόπο με τον οποίο διαρθρώνονται οι γεννήτριες και οι δρομολογήσεις, καθώς και τις στρατηγικές διάχυσης στον χώρο. Στόχος είναι να αναδειχθεί το patch όχι μόνο ως τεχνικό κατασκεύασμα αλλά ως δημιουργικό περιβάλλον, όπου οι αρχές της σύνθεσης αποκτούν συγκεκριμένη, βιωματική μορφή.

Το περιβάλλον χρήστη οργανώνεται με βάση τα κατακόρυφα κανάλια ενός controller με knobs, sliders και pads, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία γεννήτρια. Έτσι, ο εκτελεστής έχει τη δυνατότητα για άμεση ενεργοποίηση ή διαμόρφωση των ηχητικών στρωμάτων. Κεντρικά βρίσκεται ο sequencer, ο οποίος τροφοδοτείται από τον arpeggiator μέσω MIDI. Οι παλμοί του sequencer είναι υπεύθυνοι για το άνοιγμα και το κλείσιμο κάθε γεννήτριας, ορίζοντας έτσι τη χρονική τους παρουσία. Τα patterns που έχουν δημιουργηθεί δεν ακολουθούν αποκλειστικά συμβατικά μέτρα ούτε είναι τα ίδια για την κάθε γεννήτρια, αλλά περιλαμβάνουν ανισομετρικές δομές και μοτίβα.

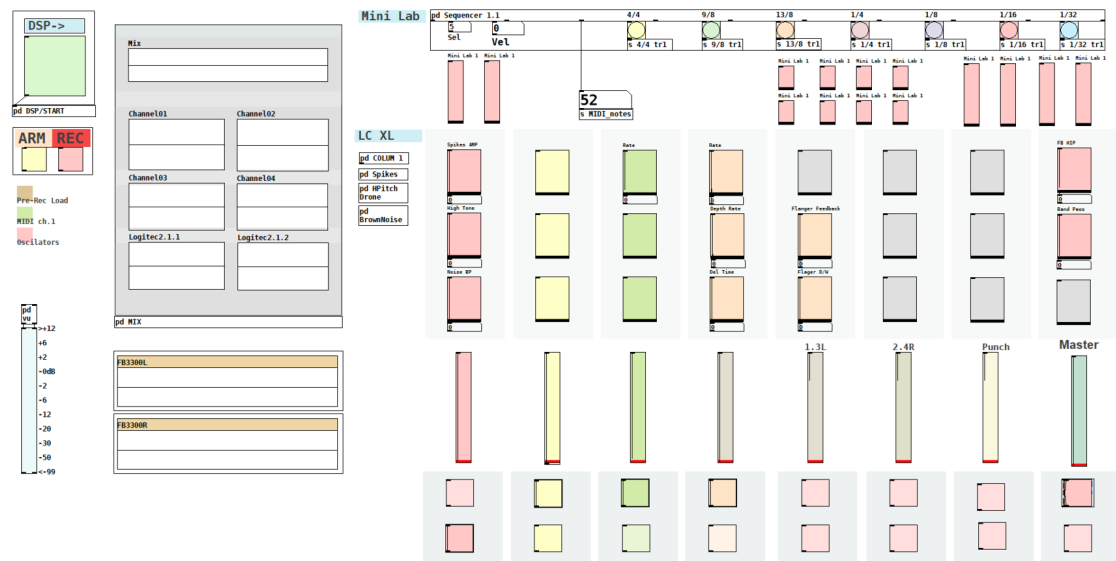


**Εικόνα 14:** Σχεδιάσματα μοτίβων sequencer.

Οι σύγχρονοι arpeggiators προσφέρουν ευρεία ευελιξία στη διαμόρφωση ρυθμικών και μελωδικών patterns. Παρέχουν επιλογές για διαφορετικές ρυθμικές διαιρέσεις (όπως 1/4, 1/8, 1/16, 1/32), ενώ συχνά ενσωματώνουν λειτουργίες swing που μεταβάλλουν την αίσθηση του ρυθμού, εισάγοντας ασυμμετρία και κίνηση. Επιπλέον, υποστηρίζουν ποικιλία τονικών κατευθύνσεων (όπως ανοδική, καθοδική, επαναλαμβανόμενη ή τυχαία), επηρεάζοντας την εξέλιξη των παλμών στο μουσικό υλικό. Μέσω παραμετρικών ελεγκτών—όπως knobs ή sliders—ο εκτελεστής μπορεί να παρεμβαίνει σε πραγματικό χρόνο σε παραμέτρους όπως το tempo, το gate (δηλαδή τη διάρκεια κάθε παλμού) και τη δυναμική, επηρεάζοντας καθοριστικά τη ροή, τη δυναμική και την πυκνότητα της σύνθεσης.

Στο συγκεκριμένο patch, ο arpeggiator δεν λειτουργεί απλώς ως εργαλείο για την αναπαραγωγή προκαθορισμένων μοτίβων, αλλά ενεργοποιεί αλληλένδετα υποσυστήματα, στα οποία η έξοδος προκύπτει από τη σύνθετη αλληλεπίδραση ρυθμικών παλμών και πυροδότησης των γεννητριών. Αν και ο arpeggiator παράγει

επαναλαμβανόμενες ακολουθίες βάσει καθορισμένων ρυθμικών διαιρέσεων, κατευθύνσεων και χρονισμών, το ηχητικό αποτέλεσμα δεν είναι πλήρως ελέγξιμο ούτε απολύτως προβλέψιμο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ίδιο το patch ενσωματώνει πολλαπλές παραμέτρους και παράγοντες τυχαιότητας, όπως μεταβλητά φίλτρα, random γεννήτριες, κ.ο.κ.. Έτσι, κάθε παλμός του arpeggiator πυροδοτεί ένα δίκτυο διαδικασιών που επηρεάζονται τόσο από τις αποφάσεις του εκτελεστή όσο και από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα έχει ρυθμιστεί να συμπεριφέρεται.



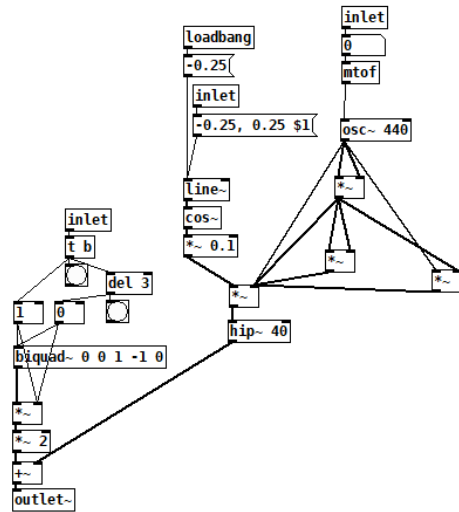
**Εικόνα 15:** Περιβάλλον Χρήστη (UI)

Αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπινης παρέμβασης και αυτονομίας του συστήματος αντανακλά τις αρχές της κυβερνητικής που αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, όπου η σταθερότητα και η μορφή ενός συστήματος δεν επιβάλλονται εξωτερικά, αλλά αναδύονται μέσα από δυναμικές σχέσεις ανατροφοδότησης. Αντίστοιχα, το patch δεν λειτουργεί ως παθητικό μέσο, αλλά ως ενεργό περιβάλλον παραγωγής, το οποίο ο εκτελεστής μπορεί να κατευθύνει αλλά όχι να ελέγξει απολύτως. Σε αυτό το πλαίσιο, το σύστημα εντάσσεται στην ευρύτερη κατηγορία της generative μουσικής, όπως την όρισε ο Brian Eno (Eno, 1996), δηλαδή ως ένα πλαίσιο που παράγει μουσική μέσα από τη λειτουργία κανόνων, παρά από τη στατική αναπαραγωγή. Η κάθε εκτέλεση του patch προκύπτει ως μοναδική εκδοχή, ελεγχόμενη μερικώς, αλλά διαμορφωμένη σε βάθος από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών του συστήματος και του εκτελεστή.

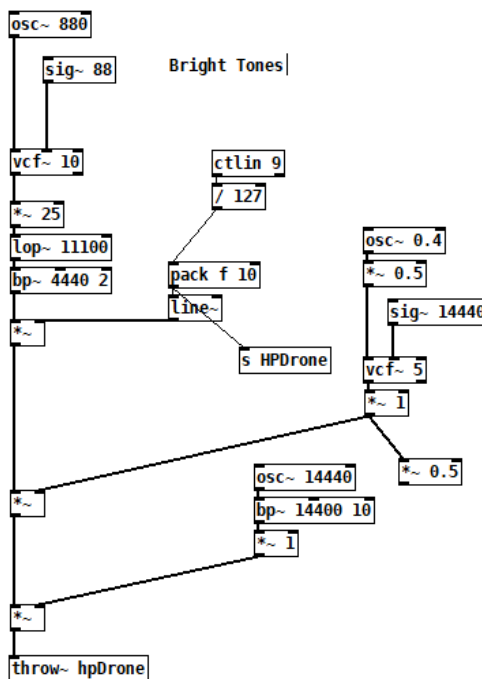
## 4.2 Εσωτερικές Διαδικασίες του Συστήματος και Αλληλεπιδράσεις

### 4.2.1 Πρώτες πυροδοτήσεις

Τα Spikes αποτελούν το πρώτο ηχητικό σημείο που εισάγεται στη σύνθεση. Πρόκειται για σπινθηρισμούς που ενεργοποιούνται περιοδικά μέσω του sequencer. Η λειτουργία τους δεν είναι μόνο το να προσθέτουν ένα ρυθμικό στοιχείο, αλλά και να αποτελούν το έναυσμα για να λυθούν οι διαδικασίες που ακολουθούν: η ενεργοποίηση φίλτρων, η εκκίνηση εκτεταμένων drones, αλλά και η προετοιμασία του glitch. Τα Spikes εμφανίζονται ως απότομες, κοφτές χειρονομίες, που άλλοτε θυμίζουν τεχνικό



Εικόνα 16: Γεννήτρια Spikes.



Εικόνα 17: Γεννήτρια υψίσουχου στρώματος.

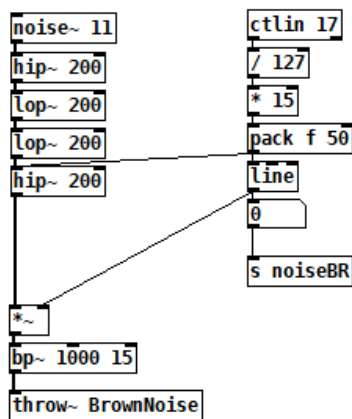
σφάλμα και άλλοτε λειτουργούν ως αυτόνομες μικρο-ρυθμικές παρεμβάσεις. Δε συγκροτούν ένα συνεχές στρώμα, αλλά μια ακολουθία στιγμιαίων εισβολών. Παράλληλα, επειδή συνδέονται άμεσα με τα ρυθμικά μοτίβα του sequencer, αποκτούν χαρακτήρα ταυτόχρονα ρυθμικό αλλά και απρόβλεπτο.

Μετά την αρχική φάση των Spikes, εισάγεται στη σύνθεση ένα υψίσουχο ηχητικό στρώμα. Οι υψηλές συχνότητες εμφανίζονται αρχικά ως διαδοχικές αναπνοές, που ανοίγουν και κλείνουν ομαλά με κάθε παλμό του sequencer. Μικρές χρονικές αποκλίσεις σε ορισμένους παλμούς εντείνουν την αίσθηση ζωντανής ροής, αποφεύγοντας τη μηχανικότητα και προσδίδοντας οργανικό χαρακτήρα. Έτσι συγκροτείται μια ρυθμική πνοή, διαφοροποιημένη από τον κοφτό χαρακτήρα των Spikes.

Όταν η ταχύτητα του sequencer αυξάνεται, οι επιμέρους αναπνοές συγχωνεύονται, μετατρέποντας το στρώμα σε μια συνεχή ροή φωτεινών τόνων που καταλαμβάνει σταθερά το ανώτερο τμήμα του φάσματος και κατανέμεται στα τέσσερα κανάλια της τετραφωνικής διάταξης. Η σταδιακή αυτή μετάβαση από

αποσπασματικές χειρονομίες σε σταθερή υφή μεταμορφώνει την ακουστική εμπειρία: το στρώμα λειτουργεί ως «ακουστικό πέπλο», με την έννοια που περιγράφει ο Toop (2004), το οποίο δεν καλύπτει απλώς τα προηγούμενα στρώματα, αλλά αναδομεί την αντίληψη του χώρου, οδηγώντας τον ακροατή σε μια εμπειρία εμβύθισης.

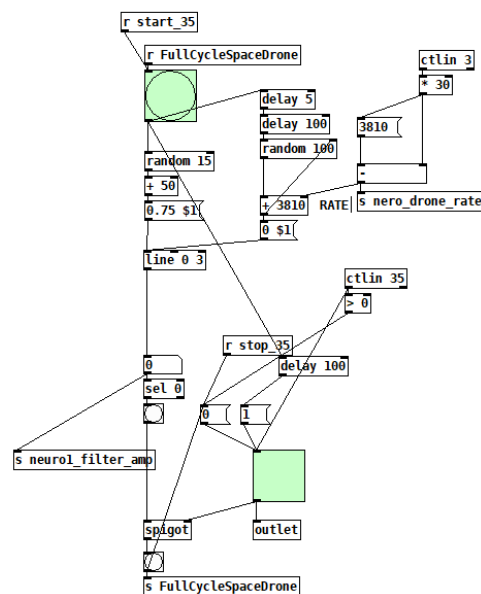
#### 4.2.2 Δημιουργία Συχνοτικού Εύρους



Εικόνα 18: Γεννήτρια Brown Noise.

Η γεννήτρια του θορύβου κατευθύνεται σε όλα τα κανάλια. Αντιθέτως, από τα Monitor ηχεία, όταν κατευθύνεται στα μεγάφωνα, η ίδια ηχητική πηγή μετασχηματίζεται: οι φθαρμένες μεμβράνες και οι περιορισμοί τους παράγουν παραμορφώσεις, εγγράφοντας στο ηχοτόπιο, ποιότητες φθοράς και ατελούς υλικότητας. Έτσι, το ίδιο υλικό αποκτά διπλή ταυτότητα, εκτυλισσόμενο ταυτόχρονα ως ακριβής φασματική αναπαράσταση αλλά και ως αλλοιωμένη, ασταθής εκδοχή.

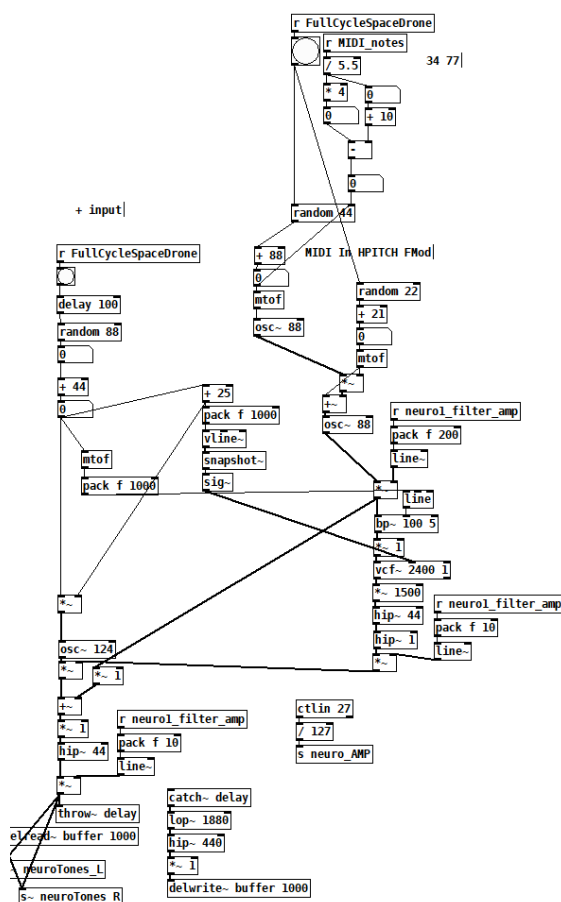
Η συγκεκριμένη ενότητα της σύνθεσης αρθρώνεται γύρω από δύο διακριτά, αλλά αλληλοσυμπληρούμενα στρώματα: το πεδίο του θορύβου κατά Brown, (Brownian Noise) και την είσοδο ενός συνεχούς Drone. Το στρώμα θορύβου υπόκειται σε σταθερό φασματικό φιλτράρισμα, ενώ ο εκτελεστής διαχειρίζεται αποκλειστικά τη δυναμική του μέσα από τον έλεγχο της έντασης.



Εικόνα 19: Ανατροφοδότηση παλμικού drone.

### 4.2.3 Παλμικό Drone

Η τρίτη γεννήτρια συγκροτείται μέσω ενός μεταβαλλόμενου αλλά συνεχούς ηχητικού στρώματος χαμηλών συχνοτήτων, το οποίο με κάθε παλμό εισάγει νέες υφές. Οι μικρής κλίμακας καθυστερήσεις, επαναλήψεις και τα ήπια φιλτραρίσματα παράγουν σταδιακές διαστρωματώσεις που ανασχηματίζουν τον ήχο. Η εξέλιξη είναι αργή και σωρευτική, διατηρώντας την αίσθηση συνέχειας, ενώ προστίθεται εσωτερική κίνηση. Όσο περισσότερο παραμένει ενεργό το drone, τόσο πιο σύνθετη γίνεται η φασματική του υπόσταση, καθώς οι επαναλήψεις δημιουργούν επικαλύψεις και μεταβαλλόμενους συντονισμούς. Εδώ η μεταβολή της πυκνότητας αλλά και του ηχοχρώματος, προκύπτουν κυρίως από χρονικές επικαλύψεις λόγω καθυστερήσεων και ανατροφοδοτήσεων.



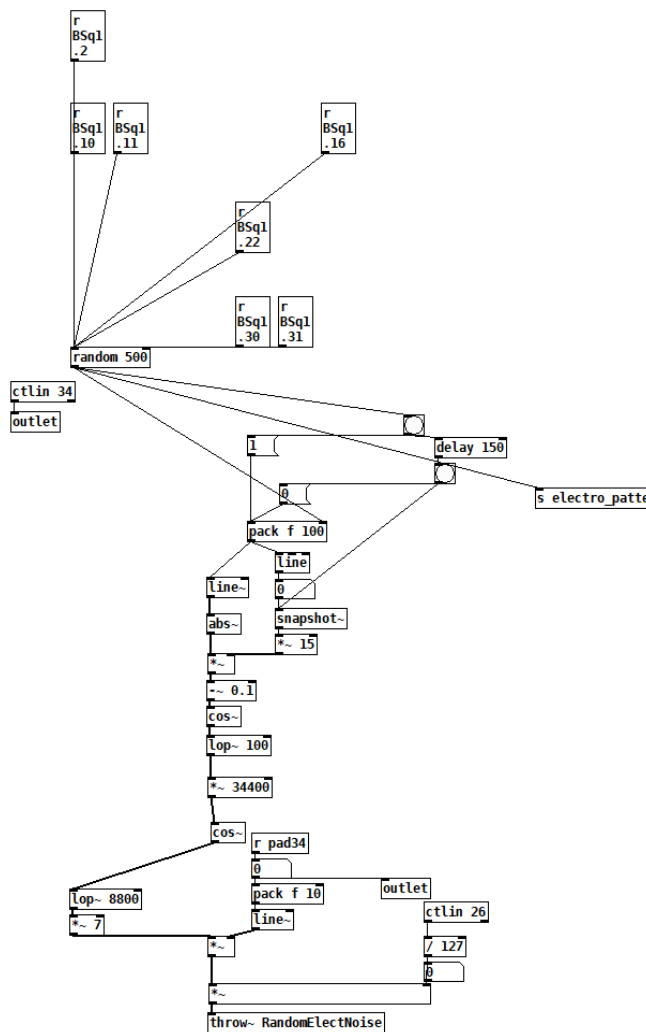
Εικόνα 20: Γεννήτρια Παλμικού Drone.

Η διάχυση στην τετραφωνία, ενισχύει την αίσθηση της κίνησης. Τα ηχητικά στρώματα κατανέμονται με αργές μεταβολές έντασης και θέσης, δημιουργώντας κινήσεις ανάμεσα στα ηχεία, με κάθε παλμό. Η σχέση με το δίκτυο καθυστερήσεων (delay/feedback) ενισχύει την πυκνότητα χωρίς να συσσωρεύει ενέργεια σε ένα σημείο, ενώ οι έλεγχοι του χειριστή ρυθμίζουν ταχύτητα, ένταση και τονικότητα. Έτσι, το drone διατηρεί σταθερό ρόλο, παραμένοντας ωστόσο ενεργό αλλά και προσαρμοστικό στο εκτελεστικό πλαίσιο.

Η παρουσία ενός δεύτερου ηχητικού στρώματος, συγγενικού ως προς το φάσμα και την τονικότητα, μετακινεί διακριτικά τη βάση του drone. Οι μικρές αποκλίσεις που προκύπτουν, επιλεγμένες τυχαία μέσα σε περιορισμένο εύρος γύρω από τη συχνότητα του εισερχόμενου MIDI τόνου, δημιουργούν λεπτές διαφορές και μια καθαρή, υψίφωνη χροιά. Η ένταση των μετατοπίσεων παραμένει χαμηλή, ώστε η διαδικασία να λειτουργεί σαν απαλή αναπνοή του ήχου και όχι ως έντονη χειρονομία που θα ανταγωνιζόταν το drone.

Η διάχυση στην τετραφωνία, ενισχύει την αίσθηση της κίνησης. Τα ηχητικά στρώματα κατανέμονται με αργές μεταβολές έντασης και θέσης, δημιουργώντας κινήσεις ανάμεσα στα ηχεία, με κάθε παλμό. Η σχέση με το

#### 4.2.4 Συμπύκνωση σήματος



Εικόνα 21: Γεννήτρια Glitch/Noise.

Η γεννήτρια Glitch/Noise αποτελεί ένα στρώμα το οποίο χαρακτηρίζεται από αστάθεια. Σε αντίθεση με τις αυτόνομες ηχητικές ροές, η παρουσία του καθορίζεται από πολλαπλές αλληλεξαρτήσεις καθώς, επηρεάζεται άμεσα από τις ενεργές γεννήτριες. Η αρχιτεκτονική της θυμίζει ένα ανοιχτό σύστημα, όπου κάθε παράμετρος μπορεί να μεταβάλει το αποτέλεσμα,

Η πυροδότηση κάθε παλμού προκύπτει από τον sequencer όπου σε χαμηλές ταχύτητες του (π.χ. 1/4 στους 30 bpm), το glitch/noise εμφανίζεται ως διακριτές εκτονώσεις που ακούγονται καθαρά από τυχαία επιλεγμένα κανάλια της τετραφωνικής διάταξης. Σε γρηγορότερες ταχύτητες (π.χ. 1/16 στους 130–140 bpm), οι εκτονώσεις αποκτούν πιο περιοδικό χαρακτήρα και ακούγονται με

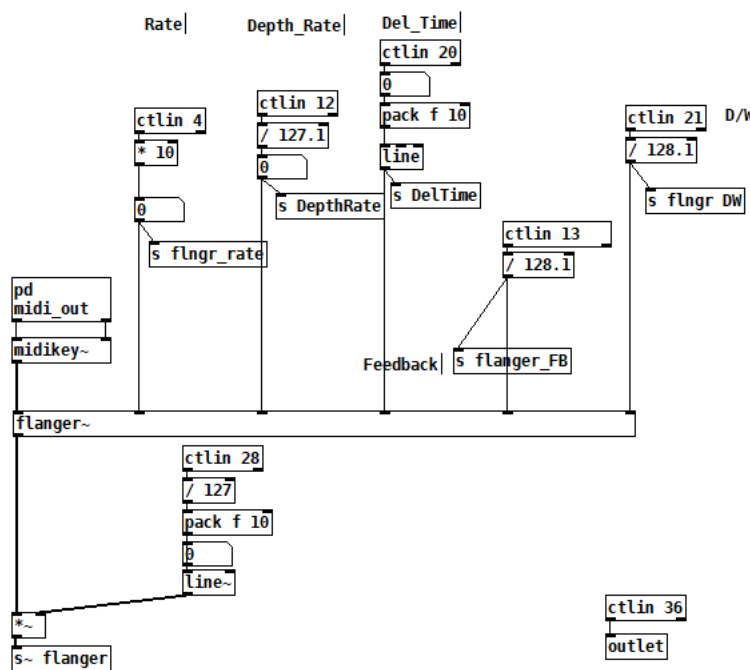
μεγαλύτερη διαύγεια, σαν να φιλτράρονται ρυθμικά. Όταν όμως η ταχύτητα αυξάνεται σημαντικά (π.χ. 1/32 στους 250 bpm), το στρώμα μετατρέπεται σε μια σχεδόν ενιαία φασματική μάζα. Η τυχαιότητα παραμένει, αλλά η υπερπύκνωση των γεγονότων δημιουργεί νέες υφές, όπου το glitch/noise μοιάζει να καταλαμβάνει ολόκληρο το πεδίο, ειδικά όταν συνδυάζεται με την ενεργοποίηση των υψηλών συχνοτήτων που γεμίζουν τον χώρο με λαμπερές και αιχμηρές κινήσεις. Σε αυτές τις εξαιρετικά γρήγορες ταχύτητες, ο ήχος παύει να εκτονώνεται ανάμεσα στα χτυπήματα, σχηματίζοντας μια συνεχόμενη ηχητική παρουσία που υπερβαίνει τη διάκριση μεμονωμένων παλμών.

Η μορφολογία τους συνδέεται με την έννοια του glitch art: το σφάλμα ως μορφολογικό στοιχείο. Ο Paul Hegarty στο *Noise/Music: A History* (2007) υπογραμμίζει πως οι μικροδιακοπές και οι θορυβώδεις τομές δεν λειτουργούν

απλώς ως διαταραχές, αλλά ως νέες αισθητικές κατηγορίες. Τα Spikes, με τις απότομες εισόδους τους, δημιουργούν αρμονικές που απλώνονται στο φάσμα και συνδυάζουν τη ρυθμική τους λειτουργία με αποδομητικό χαρακτήρα. Έτσι, το glitch δεν παρουσιάζεται ως τυχαίο σφάλμα αλλά ως οργανικό κομμάτι της σύνθεσης.

Κατά αυτόν τρόπο, η γεννήτρια glitch/noise δεν λειτουργεί ως απομονωμένη πηγή αλλά ως κόμβος σε ένα δικτυωμένο σύστημα σχέσεων. Η αστάθεια και η μεταβλητότητα σε αυτό, δεν εκλαμβάνονται ως αδυναμίες αλλά ως δημιουργικές στρατηγικές, που επιτρέπουν στο στρώμα να μετασχηματίζεται διαρκώς: άλλοτε συγκεντρωμένο, άλλοτε διάχυτο, άλλοτε κοφτό και άλλοτε παρατεταμένο.

### 4.3.5 Μικροκαθυστερήσεις



Εικόνα 22: Φίλτρο Flanger.

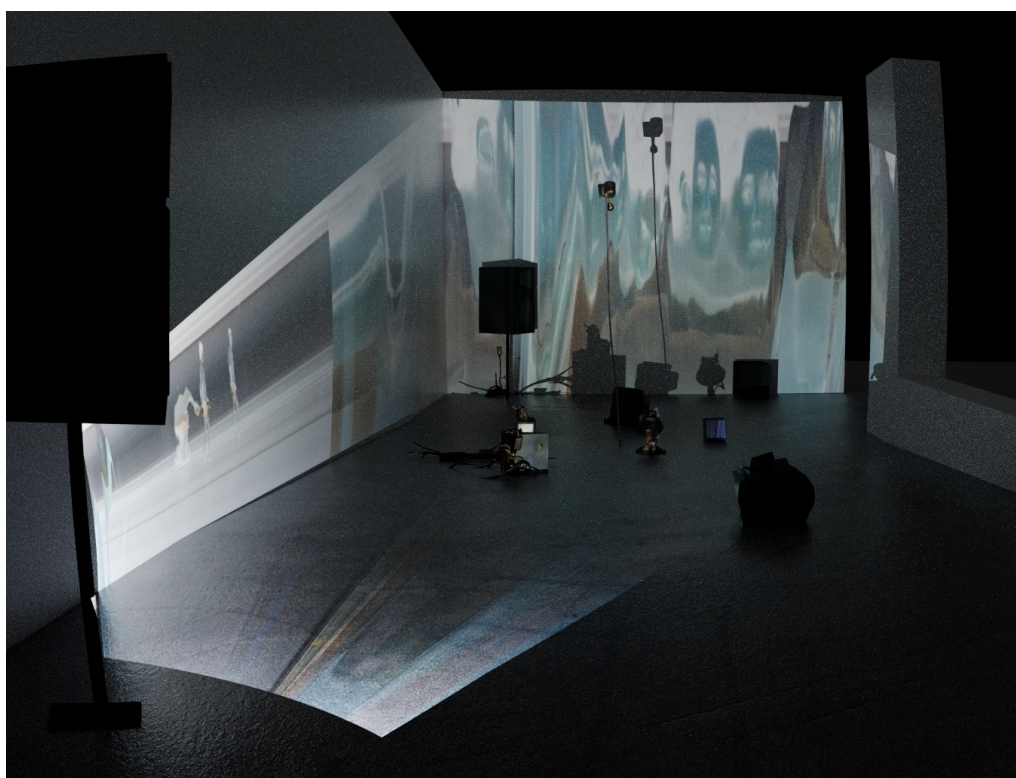
Η επόμενη ενότητα -αυτή του flanger- εισάγει μια ειδική διαδικασία φιλτραρίσματος, οι εισερχόμενες νότες διαμορφώνονται μέσα από μικροκαθυστερήσεις και φασματικές παρεμβολές, παράγοντας κυματιστές, περιοδικά μεταβαλλόμενες υφές. Η λειτουργία του βασίζεται σε μια πηγή από έναν βασικό ταλαντωτή, ο οποίος

δέχεται νότες μέσω MIDI. Ο εκτελεστής έχει τη δυνατότητα να καθορίσει από την αρχή το φασματικό του χρώμα: είτε αφήνοντάς τον σε μια πιο ουδέτερη, ημιτονοειδή κυματομορφή, είτε μετασχηματίζοντας σταδιακά σε πριονωτή. Αυτή η επιλογή δεν αποτελεί δευτερεύουσα λεπτομέρεια, αλλά το θεμέλιο που ορίζει το υλικό πάνω στο οποίο θα δράσει το flanger. Από εκεί και πέρα, η διαδικασία φιλτραρίσματος οργανώνεται γύρω από ελεγχόμενες μικροκαθυστερήσεις, οι οποίες αλληλεπιδρούν με το αρχικό σήμα, προκαλώντας ενισχύσεις και ακυρώσεις στο φάσμα (comb filtering). Το αποτέλεσμα είναι κυματιστές υφές που μεταβάλλονται περιοδικά.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η επεξεργασία αυτή αποκτά πιο ριζικό χαρακτήρα. Όταν ο χρόνος καθυστέρησης μειώνεται απότομα, η αλληλεπίδραση των καθυστερήσεων με το σήμα δεν οδηγεί απλώς σε παραμόρφωση αλλά σε μια αναδιάταξη του φάσματος. Το αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση ενός νέου τονικού πυρήνα με οδοντωτή χροιά, που κατέρχεται φασματικά. Όταν το φίλτρο κλείσει απότομα, εκτονώνεται σε κάποιο τυχαία επιλεγμένο κανάλι της τετραφωνίας.

Στη σύνθεση, οι γενεσιουργικές διαδικασίες του συστήματος αντιμετωπίζονται σε δημιουργικό εργαλείο για την εκτέλεση. Ο θόρυβος παύει να λειτουργεί ως παρεμβολή και αναδεικνύεται σε φορέα νέας οργάνωσης, το drone διαμορφώνει μια συνεχή φασματική μάζα που πλημμυρίζει τον χώρο με σωματικότητα· ενώ η διάχυση εμπλουτίζει τις ακουσματικές ποιότητες, μετατρέποντας τον χώρο σε ενεργό πεδίο εμπειρίας.

Οι κατηγορίες αυτές δεν παραμένουν σε αφηρημένο επίπεδο, αλλά πραγματώνονται μέσα από τα ίδια τα τεχνικά μέσα που τις φέρουν. Η υλικότητα του συστήματος –τα όργανα, τα ηχεία, οι φθορές και οι περιορισμοί τους– δεν είναι ουδέτερη αλλά εγγράφεται απευθείας στη σύνθεση, παράγοντας αστάθεια μέσω της τυχειότητας. Σε αυτό το πλαίσιο, η φθορά και η αλλοίωση αναδεικνύονται σε



*Εικόνα 23: Τοποθέτηση αντικειμένων*

ενεργά στοιχεία της ακρόασης. Έτσι, οι διαφοροποιήσεις που εμφανίζονται κατά την αναπαραγωγή δεν λειτουργούν ως τεχνικές ατέλειες αλλά ως συστατικά της δημιουργικής διαδικασίας.

#### 4.4. Αναλογικά μέρη

Μέσω αυτού του τμήματος της σύνθεσης, η ανατροφοδότηση αλλά και οι γενεσιουργές διαδικασίες, αναδεικνύονται μέσω υλικών κυκλωμάτων -ενισχυτές με ενσωματωμένα ηχεία και φίλτρα, μικρόφωνα επαφής και μοτέρ- τα οποία μεταφέρουν το σήμα τους και ανατροφοδοτούνται μεταξύ τους, αφού το αποφασίσει ο εκτελεστής. Σε αυτό το πλαίσιο, κεντρικό ρόλο έχουν η ανάδραση αλλά και ο θόρυβος. Στόχος για κάθε εκτέλεση είναι η ανάπτυξη του συστήματος μέσω της ανάδρασης μεταξύ των ξεχωριστών κυκλωμάτων, με τον εκτελεστή να λειτουργεί ως ελεγκτής, εκκινώντας και στη συνέχεια ελέγχοντας τις γεννήτριες, ώστε να αποφευχθεί ο κορεσμός των αλληλεξαρτώμενων κυκλωμάτων.

Σε αυτό το πλαίσιο ο έλεγχος και στη συνέχεια η οργάνωση του θορύβου, αναπτύσσουν τη σύνθεση. Ο *θόρυβος ανάδρασης* είναι ένα αναπόφευκτο φαινόμενο που εμφανίζεται στους ενισχυτές οι οποίοι χρησιμοποιούν κυκλώματα ανάδρασης. Πρόκειται για έναν ηλεκτρικό θόρυβο που δημιουργείται στο εσωτερικό του ενισχυτή και ενισχύεται μέσω του ίδιου του βρόχου ανάδρασης, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που ενισχύεται και το κανονικό σήμα. Ουσιαστικά, ο ενισχυτής δεν διακρίνει το ωφέλιμο σήμα από τον θόρυβο, με αποτέλεσμα να πολλαπλασιάζει και τα δύο.

Οι κύριες πηγές του θορύβου ανάδρασης είναι τρεις: ο *εσωτερικός θόρυβος* των τρανζίστορ του ενισχυτή, ο *θερμικός θόρυβος* που προέρχεται από τις αντιστάσεις του κυκλώματος ανάδρασης και η ίδια η διαδικασία ενίσχυσης, η οποία δημιουργεί το λεγόμενο *noise gain* (λόγος ενίσχυσης του θορύβου). Ο θόρυβος αυτός εγκλωβίζεται μέσα στον βρόχο ανάδρασης και ενισχύεται κυκλικά.

Όταν το σύστημα λειτουργεί με μικρόφωνο και ηχεία, μπορεί επιπλέον να προκύψει ακουστική ανάδραση—μια μορφή θετικής ανάδρασης—όπου μέρος του ήχου από τα ηχεία επιστρέφει στο μικρόφωνο, δημιουργώντας έναν βρόχο ο οποίος ενισχύει προοδευτικά ακόμη και ανεπαίσθητα σήματα, καταλήγοντας στον κορεσμό λόγω της υπερενίσχυσης. Στην πράξη, καμία από αυτές τις πηγές δεν δρα μεμονωμένα, καθώς αθροίζονται και διαμορφώνουν τον συνολικό θόρυβο, επηρεάζοντας την καθαρότητα και το εύρος της δυναμικής απόκρισης του σήματος εξόδου.

##### 4.4.1. Vox

Μέσω του ενισχυτή (AMP 1) εισάγεται ο θόρυβος ανάδρασης ως οργανικό στοιχείο της σύνθεσης. Η ενεργοποίηση του κυκλώματος δεν αποσκοπεί απλώς στην ενίσχυση ενός σήματος, αλλά στη δημιουργία μιας δυναμικής κατάστασης, όπου η ίδια η συσκευή γίνεται πηγή ήχου. Οι παραμορφώσεις, οι διακυμάνσεις και οι μικρομετατοπίσεις που παράγονται αποτελούν μέρος ενός ζωντανού

συστήματος, στο οποίο ο θόρυβος δεν θεωρείται σφάλμα, αλλά ενεργό συνθετικό υλικό.



**Εικόνα 24:** Τρισδιάστατο μοντέλο Ενισχυτή AMP1.

Τα μέσα διεπαφής (knobs) λειτουργούν ως μέσα ρύθμισης της συμπεριφοράς του βρόχου ανάδρασης. Μέσα από αυτά δεν ελέγχεται μόνο η ένταση ή η συχνότητα, αλλά η ίδια η σχέση του συστήματος με το περιβάλλον του. Η ρύθμιση τους καθορίζει τον βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ εισόδου και εξόδου, επιτρέποντας στο σύστημα να κινείται ανάμεσα σε δύο καταστάσεις, σταθερότητας και αστάθειας. Όπως είδαμε και στα παραδείγματα του Reich και του Di Scipio, όταν οι τιμές παραμένουν εντός ενός εύρους ισορροπίας, η ανάδραση λειτουργεί μειωτικά, διατηρώντας το σύστημα σε κατάσταση ομοιόστασης. Όταν όμως αυξάνεται το εύρος ή οι τιμές ξεπερνούν τα όρια, το σύστημα εισέρχεται σε καθεστώς θετικής ανάδρασης, οδηγούμενο σε κορεσμό και απρόβλεπτη ηχητική συμπεριφορά.



**Εικόνα 25:** Τρισδιάστατο μοντέλο τοποθέτησης του μοτέρ των 125rpm. (Motor 1)

Έτσι, τα knobs δεν αποτελούν απλώς εργαλεία ελέγχου, αλλά διαμεσολαβητές μιας διαρκούς διαπραγμάτευσης ανάμεσα στην ανθρώπινη παρέμβαση και την αυτονομία του συστήματος. Ο χειριστής δεν επιβάλλει μια συγκεκριμένη μορφή, αλλά καθοδηγεί τη ροή της ανάδρασης, επιτρέποντας στο ηχητικό σύστημα να εξελιχθεί μέσα από τις ίδιες του τις εσωτερικές τάσεις. Με αυτόν τον τρόπο, η λειτουργία του Vox εκφράζει μια μορφή διαλογικής σχέσης ανάμεσα στο τεχνικό και το οργανικό, όπου η δημιουργία προκύπτει ως αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης και όχι απόλυτου ελέγχου.

Στη συνέχεια ενεργοποιείται το πρώτο μοτέρ (Motor 1), του οποίου η προπέλα κρούει σε ένα κοίλο μεταλλικό αντικείμενο, κρεμασμένο από την οροφή, στο οποίο έχει προσαρτηθεί ένα μικρόφωνο επαφής (C. Mic 1). Οι δονήσεις που προκαλούνται από κάθε πρόσκρουση μεταφέρονται μέσω του μικροφώνου και ανατροφοδοτούνται στο σύστημα, δημιουργώντας έναν ρυθμό με χαρακτηριστική μεταλλική χροιά. Καθώς το κρεμασμένο αντικείμενο κινείται απρόβλεπτα, κάθε κρούση μεταβάλλει το αποτέλεσμα, επιτρέποντας στη γεννήτρια να λειτουργεί αυτόνομα εντός των ορίων που έχουν τεθεί, ώστε να αποφευχθεί ο κορεσμός.

Η διαδικασία αυτή, που προκύπτει από τη φυσική αλληλεπίδραση ανάμεσα σε μηχανικό και ηχητικό υλικό, πλαισιώνει τη λογική των στοχαστικών διαδικασιών, όπου το τυχαίο λειτουργεί ως συντελεστής αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος και στον ηχητικό χώρο, αποκαλύπτοντας τη σύνθετη σχέση ανάμεσα στην προβλεψιμότητα και την αβεβαιότητα, όπως αυτή εκδηλώνεται μέσα από τη ροή των ήχων: ορισμένες επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή μοτίβα παράγουν προσδοκώμενα αποτελέσματα, ενώ ταυτόχρονα απρόβλεπτες μετατοπίσεις στη θέση του αντικειμένου είναι ασταθείς. Ο ήχος διαμορφώνεται από τις προηγούμενες αλληλεπιδράσεις, σε μια συνεχή ανταπόκριση ανάμεσα στη μηχανική δράση και τον ηχητικό χώρο.

#### 4.4.2 Modified Sub

Το υποσύστημα Modified Sub αποτελεί έναν κρίσιμο κόμβο στην ηχητική αλυσίδα του έργου, καθώς συνδυάζει λειτουργίες ενίσχυσης, αναπαραγωγής και ανατροφοδότησης του ήχου. Το μοτέρ (Motor 1) φέρει ενσωματωμένο μικρόφωνο επαφής (C. Mic 2), το οποίο συνδέεται στο Modified Sub (AMP 2), ένα subwoofer υπολογιστή με πέντε εξόδους. Οι τέσσερις εξ αυτών καταλήγουν σε ηχεία, ενώ η πέμπτη οδηγεί σε έναν ακόμα ενισχυτή (AMP3), δημιουργώντας μια πολυεπίπεδη κυκλοφορία του σήματος. Ο ενισχυτής αυτός λειτουργεί επίσης ως ηχείο, αναπαράγοντας συγχωνευμένες τις χαμηλές συχνότητες των εισερχόμενων σημάτων.



**Εικόνα 26:** Αριστερά Modified Sub (AMP 2). Πάνω τοποθετείται το κόκαλο με το μοτέρ των 44000 rpm (Motor 2). Δεξιά, το μοτέρ 20 rpm (Motor 3) τοποθετημένο μέσα σε κόκαλο, τοποθετημένα πάνω σε ηχείο του Modified Sub.

Στην επιφάνειά του έχουν τοποθετηθεί τρεις είσοδοι με knobs, τα οποία επιτρέπουν στον εκτελεστή να ελέγχει δυναμικά την ισορροπία μεταξύ των δύο επιπλέον μοτέρ (Motor 2 και 3), τα οποία είναι τοποθετημένα μέσα σε οστέινα κελύφη που ακουμπούν πάνω σε μικρόφωνα επαφής (C. Mic 2 και 3). Μέσω αυτής της διάταξης, ο ήχος από τις μηχανικές δονήσεις και τις περιστροφές των μοτέρ ανατροφοδοτείται στον ενισχυτή.

Σε κάθε κρούση ή περιστροφή της προπέλας, παράγεται μια μικρή μετατόπιση του ήχου που εξαρτάται από τη θέση και την ταχύτητα του μοτέρ, καθώς και από τη φυσική επαφή του οστού με το μικρόφωνο. Οι δονήσεις μεταφέρονται με τρόπο που δεν είναι πλήρως ελέγξιμος ή προβλέψιμος, καθιστώντας το ηχητικό αποτέλεσμα ανοιχτό σε μικροδιαφορές και τυχαίες παρεμβολές. Ο εκτελεστής, παρότι ελέγχει, δεν μπορεί να καθορίσει απόλυτα την εξέλιξη του ήχου, αλλά περισσότερο να «καθοδηγήσει» ένα δυναμικό σύστημα αυτορρύθμισης.

Η σχέση εισόδων-εξόδων στο Modified Sub υπακούει σε μια κυβερνητική λογική (cybernetic logic), όπως την περιγράφει ο Wiener, όπου το σύστημα επιβλέπει και ρυθμίζει τον εαυτό του μέσω ανατροφοδότησης. Κάθε είσοδος (microphone input) και κάθε έξοδος (ηχεία, sub woofer) αποτελούν κόμβους μιας κυκλικής αλληλεπίδρασης, η οποία παράγει ένα σύνθετο, εξελισσόμενο πεδίο ηχητικών συμβάντων. Τα knobs επιτρέπουν στον εκτελεστή να παρεμβαίνει στο σύστημα, επανακαθορίζοντας διαρκώς την ισορροπία ανάμεσα στη σταθερότητα και την αταξία του ήχου.

Συνολικά, το Modified Sub δεν αποτελεί απλώς μια τεχνική μονάδα, αλλά έναν ζωντανό μηχανισμό αλληλεπίδρασης μεταξύ ύλης, ήχου και ανθρώπινης χειρονομίας. Μέσα από την ανάδραση των μοτέρ, των μικροφώνων και των ενισχυτών, αναδεικνύεται μια μορφή μουσικής αυτοοργάνωσης, όπου τα μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη λειτουργούν ως ένας ενιαίος οργανισμός — μια σύγχρονη μετεξέλιξη της στοχαστικής αρχής που συνδέει τον Ξενάκη με τη θεωρία των κυβερνητικών συστημάτων του Wiener.

#### **4.4.3 Δέκτης-Ενισχυτής (Receiver Amplifier)**

Ο τελευταίος ενισχυτής που συγκροτεί την εγκατάσταση (AMP 3), λειτουργεί ως δεκτής και συγχωνευτής πολλαπλών σημάτων. Αυτά εισέρχονται από την έξοδο του *Modified Sub* (AMP2) και μεταφέρουν τον ήχο που προκύπτει από τις τρεις πηγές. Το σήμα, πριν φτάσει στο μεγάφωνο, περνά από φίλτρα τα οποία ελέγχονται σε πραγματικό χρόνο από τον εκτελεστή. Μέσω αυτών, ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει τις συχνοτικές παραμέτρους και να μεταβάλλει τον χαρακτήρα του παραγόμενου ήχου. Παράλληλα, ο ενισχυτής αυτός έχει επιλεγεί κυρίως λόγω της

ιδιαίτερα μεγάλης ελεγχόμενης καθυστέρησης (delay) που παρέχει, χαρακτηριστικό το οποίο επηρεάζει καθοριστικά τη συμπεριφορά του βρόχου. Ο ήχος που παράγεται από τα μικρόφωνα, μεταφέρεται στην αντίθετη πλευρά του χώρου, και λόγω της χρονικής καθυστέρησης δημιουργεί ένα συνεχές ηχητικό πεδίο αντήχησης, το οποίο αναπτύσσεται σταδιακά μέσα από την αλληλεπίδραση των επιμέρους στοιχείων του συστήματος.

Η ανατροφοδότηση του συστήματος - γνωστή και ως φαινόμενο - (Larsen) αποτελεί συνήθως τεχνικό πρόβλημα στα συστήματα ήχου, καθώς οδηγεί σε κορεσμό και ανεπιθύμητο σφύριγμα. Ωστόσο, στην παρούσα εγκατάσταση, το φαινόμενο αυτό αξιοποιείται δημιουργικά. Το σύστημα βασίζεται εξ ολοκλήρου στη φυσική ανάδραση -μεταξύ ενισχυτή, μικροφώνου και εκπομπής του σήματος στον επόμενο ενισχυτή- η οποία δημιουργεί ένα αυτοπαραγόμενο πεδίο ήχου, όπου η μικρότερη μεταβολή στη θέση, την ένταση ή το φιλτράρισμα μπορεί να μετασχηματίσει ριζικά το τελικό αποτέλεσμα.

Μέσα από αυτό το παράδειγμα διαφαίνεται ο πυρήνας της έννοιας της διάδρασης (interaction): μια αμφίδρομη αιτιώδης σχέση μεταξύ συστήματος και εκτελεστή, όπου η ενέργεια του ενός μεταβάλλει την κατάσταση του άλλου, και αυτή η μεταβολή επηρεάζει με τη σειρά της την επόμενη ενέργεια. Ο ήχος παύει να είναι στατικό αποτέλεσμα και καθίσταται μια δυναμική, εξελισσόμενη κατάσταση που παράγεται από τη συνεχή συνεργία φυσικών, ηλεκτρονικών και εκτελεστικών παραμέτρων.

## 5. Μηχανές, Επιτέλεση και Αυτονομία – Έναντι επιλόγου

Σε πολλά διαδραστικά συστήματα, η αλληλεπίδραση περιορίζεται σε μια γραμμική σχέση: ο άνθρωπος παράγει είσοδο (παίζει ένα όργανο ή χειρίζεται controllers) και ο υπολογιστής αντιδρά παράγοντας έξοδο. Στη συγκεκριμένη σύνθεση ο εκτελεστής είναι ουσιαστικά το στοιχείο που κλείνει τον κύκλο ανάδρασης – δηλαδή παρατηρεί το αποτέλεσμα και αποφασίζει πώς θα δράσει στη συνέχεια. Ο Agostino Di Scipio, κριτικάροντας αυτό το μοντέλο, επισημαίνει ότι *«ο εκτελεστής - ως ενεργό μέρος της σύνθεσης - εμφανίζει αμφίσημους ρόλους, καθώς είναι ο μόνος δέκτης των εξωτερικών συνθηκών του συστήματος και, ταυτόχρονα, αποτελεί εσωτερικό στοιχείο του συνολικού μετα-συστήματος (άνθρωπος, μηχανή, περιβάλλον). ... Σε αυτή την κοινή αντίληψη της “διαδραστικότητας”, ο εκτελεστής είναι η διεπαφή ανάμεσα στον υπολογιστή και στο περιβάλλον, και συγχρόνως η μοναδική πηγή ενέργειας και μεταβολής».*

Οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος μπορούν να γίνουν αντικείμενο συνθετικού σχεδιασμού, ως ουσιαστικό μέρος της δημιουργικής διαδικασίας. Έτσι, ο συνθέτης πριν την εκτέλεση δεν γράφει μια σταθερή σύνθεση, αλλά ορίζει πώς οι διάφορες παράμετροι (αισθητήρες, αλγόριθμοι, ενισχυτές, μικρόφωνα) θα αντιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον. Η ανθρώπινη εκτέλεση μπορεί να παραμένει παρούσα, αλλά το σύστημα δεν καταρρέει κατά την απουσία της – έχει τη δική του *αυτο-αναφορικότητα*.

Αυτή η προσέγγιση επαναφέρει μια συμμετρία στον ρόλο ανθρώπου και μηχανής: η μηχανή παύει να είναι ένα υποτελές εργαλείο και γίνεται συνεργάτης με ορισμένη αυτονομία. Στο όραμα αυτό, η τελική μορφή προκύπτει από την αλληλεπίδραση όλων των συνιστωσών (ανθρώπου, μηχανής, χώρου) και δεν είναι από πριν πλήρως καθορισμένη. Κάθε εκτέλεση είναι μοναδική, ένα φαινόμενο που αναδύεται μέσα από το κλειστό βρόχο *«άνθρωπος-μηχανή-περιβάλλον»*.

## Παράρτημα

### A. Εξοπλισμός & Λογισμικά

#### *Λογισμικό και μέσα διεπαφής*

##### MIDI Controller

Με knobs, sliders και pads για τον έλεγχο των γεννητριών

##### Pure Data

Περιβάλλον προγραμματισμού για τη δημιουργία των αλγοριθμικών γεννητριών

##### Sequencer & Arpeggiator

Για τη χρονική οργάνωση των παλμών

##### Processing

Περιβάλλον προγραμματισμού για την εικόνα (slit scan)

##### Κάμερα

Για τη ζωντανή μετάδοση

##### Προτζέκτορας

Για την προβολή του slit scan

## *Ηχεία*

### Active Monitor Ηχεία

(x4) - Τετραφωνική διάταξη για ακριβή αναπαραγωγή

### Subwoofer 1

Για χαμηλές συχνότητες και για ενίσχυση των γυμνών μεγαφώνων.

### Γυμνά Μεγάφωνα

Από παλαιές συσκευές (διαφορετικά μοντέλα, τρυπημένες μεμβράνες)

### Hi-Fi Ηχεία

(x4) Δύο ζεύγη (L & R) που συνδέονται με το modified subwoofer

## Ενισχυτές

### Ενισχυτής AMP 1 (Vox)

Με ενσωματωμένα ηχεία, φίλτρα  
(gain, tone, flanger, delay)

### Modified Subwoofer

Λειτουργεί ως ενισχυτής με 5  
εξόδους και 3 ρυθμιζόμενες  
εισόδους

### Ενισχυτής Blackstar

Επιλεγμένος για το μεγάλο delay

## Μικρόφωνα Επαφής (Contact Microphones/Piezos)

### C. Mic 1

Κολλημένο σε κοίλο μεταλλικό  
αντικείμενο (κρεμασμένο),  
Στέλνει στο AMP 1 (Vox).

### C. Mic 2

Piezo σε μεταλλικό μπολ - Που  
δέχεται και σήμα από μεγάφωνο

### C. Mic 3

Κολλημένο στο Motor 1  
Στέλνει στο Modified Sub

### C. Mic 4

Micro motor μέσα σε κόκαλο  
σπονδυλικής στήλης. Στέλνει στο  
Modified Sub

### C. Mic 5

Piezo κάτω από κόκαλο με 20rpm  
motor στο εσωτερικό του  
δεύτερου το οποίο το μετακινεί  
ελαφρά.

## Μοτέρ & άλλα μέρη

### Motor 1 125 rpm

Με προπέλα που κρούει σε  
μεταλλικό αντικείμενο

### Motor 2 20rpm

Τοποθετημένο σε κόκαλο

### DC Micro Motor 3 (για ελικόπτερα drone)

Τοποθετημένο μέσα σε κόκαλο

### Κοίλο μεταλλικό αντικείμενο

Το C.Mic 2 κολλημένο πάνω του.

### Οστέινα αντικείμενα

Κόκαλα από σπονδυλική στήλη  
ζώου

## B. Συγκεντρωτικό Λεξικό ορολογίας

### A

#### Αισθητήρας (Sensor)

Κάποιο υποσύστημα που μετρά διαφορές και μεταδίδει ενέργεια για να ελέγξει το σφάλμα σε ένα βρόχο. (Wiener, 1961, σελ. 8).

#### Αλγόριθμος (Algorithm)

Κανόνας που ορίζει το περιεχόμενο και τη σειρά πράξεων.

#### Ανοικτός και Κλειστός βρόχος (Open and Closed Loop)

Στον ανοικτό η είσοδος δε χρησιμοποιεί την έξοδο. Στον κλειστό η έξοδος επιστρέφει ως είσοδος, ο βρόχος κλείνει και υπάρχει διάδραση. (Wiener, 1961, σελ.. 97–110).

#### Ανάδραση (Feedback)

Μέθοδος ελέγχου ενός συστήματος, επανεισάγοντας τα αποτελέσματα της προηγούμενης συμπεριφοράς, μέσω μίας εισόδου και μίας εξόδου. (Wiener, 1970 σελ, 39).

#### Αυτόματο (Automaton)

Ένα μηχάνημα που περιλαμβάνει συστήματα και διατάξεις (ηλεκτρονικές, ηλεκτρικές, υδραυλικές, αεροστατικές) ικανές να δεχθούν, να μετατρέψουν ή να μεταδώσουν ενέργεια ή πληροφορία δίχως την άμεση, ανθρώπινη συμμετοχή. (Pekelis, 1974, σελ., 53)

#### Αυτοματοποίηση (Automation)

Η πλήρης αυτοματοποίηση είναι ένα σύστημα αυτόματων μηχανών και διατάξεων για τη μέτρηση, τη μεταφορά και τον έλεγχο της εργασίας και γενικότερα συστημάτων που μετατρέπουν την πρώτη ύλη σε τελικό προϊόν, χωρίς την άμεση συμμετοχή του ανθρώπου. (Pekelis, 1974, σελ., 64)

#### Αυτοπροσαρμοζόμενο Σύστημα (Self-adaptive System)

Ένα σύστημα που αλλάζει τον τρόπο δράσης του για να επιτύχει άριστο έλεγχο, μέσω ενός προγράμματος με στόχο την ελαχιστοποίηση των απωλειών με σκοπό την προσαρμογή του στο περιβάλλον (Pekelis, 1974, σελ., 66-67)

### Αναγκαία ποικιλία (Requisite Variety)

Ένας ρυθμιστής χρειάζεται ποικιλία τουλάχιστον ίση με τις διαταραχές που θέλει να ελέγξει, αλλιώς οδηγείται στη διάλυση. (Ashby, 1956, σελ.. 206–213).

### Αρνητική ανάδραση (Negative Feedback)

Μειώνει αποκλίσεις και οδηγεί σε ομοιόσταση όταν το επιστρέφον σήμα είναι μικρότερο από το αρχικό. (Wiener, 1961, σελ.. 109–115).

### Αυτονομία (Autonomy)

Η ικανότητα ενός συστήματος, να δρα με δική του πρωτοβουλία εντός πλαισίων που τίθενται κατά τον σχεδιασμό του. (Beer, 1985; Beer, 1979).

## B

### Βιονική (Bionics)

Μια επιστήμη η οποία μελετά τη χρησιμοποίηση βιολογικών διεργασιών και μεθόδων, στη λύση προβλημάτων μηχανικής. Η βιονική μπορεί επίσης να οριστεί σαν η επιστήμη που μελετά μεθόδους για τη δημιουργία μηχανικών συστημάτων, τα οποία έχουν χαρακτηριστικά που πλησιάζουν τους ζωντανούς οργανισμούς. (Pekelis, 1974, σελ. 71)

### Βρόχος ελέγχου (Control Loop)

Επαναληπτική διαδικασία ελέγχου, όπου ο αισθητήρας καταγράφει την τρέχουσα κατάσταση, ο ελεγκτής συγκρίνει με την επιθυμητή τιμή και ο ενεργοποιητής (actuator) παρεμβαίνει για την επίτευξη του στόχου, κλείνοντας τον βρόχο ελέγχου μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης. (Pangaro, 38)

## Γ

### Γενεσιουργό σύστημα (Generative System)

Σύστημα που παράγει πληροφορία ρυθμίζοντας κανόνες, ρυθμούς και εντάσεις, αντί να έχει προδιαγεγραμμένα αποτελέσματα. (Hayles, 1999, σελ. 2–3).

### Γενεσιουργός Μουσική (Generative Music)

Παράγεται από ένα σύστημα ή σύνολο κανόνων, το οποίο δημιουργεί συνεχώς νέες μορφές χωρίς να υπάρχει προκαθορισμένο τελικό αποτέλεσμα.

## Δ

## Διάδραση (Interaction)

Ανταλλαγή ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη μέσω της διεπαφής, επιτρέποντας τη ροή της πληροφορίας.

## Διεπαφή (Interface)

Ένα σύνολο αλληλεπιδράσεων που οργανώνει τις ροές πληροφοριών, ορίζοντας τις επιτρεπτές ενέργειες και τις αντιστοιχίσεις εισόδων → εξόδων, ελέγχοντας ρυθμούς, καθυστερήσεις κτλ. (Bateson, 1972, σελ.. 180–181; Hayles, 1999, σελ.. 2–3).

## Ε

### Ελεγκτής (Controller)

Δέκτες για τα μηνύματα τα οποία έρχονται απ έξω. (Wiener, 1970, σελ.. 11).

### Έλεγχος (Control)

Ρύθμιση συμπεριφορών μέσω ανάδρασης ώστε το σύστημα να κατευθύνεται προβλέψιμα.

### Εντροπία

Μέτρο αποδιοργάνωσης και διασποράς. (Αντίθ. Πληροφορία).

## Θ

### Θόρυβος (Noise)

Η τυχαιότητα που διαστρεβλώνει τα σήματα. Απαιτείται μείωση της εντροπίας για να περιοριστεί. (Wiener, 1961, σελ. 11).

### Θετική ανάδραση (Positive Feedback)

Ενισχύει αποκλίσεις και μπορεί να οδηγήσει στον κορεσμό το συστήματος. (Wiener, 1961, σελ.. 99–110; σελ. 7).

## Κ

### Κανάλι (Channel)

Το μέσο που επιτρέπει τη μεταφορά της πληροφορίας ανάμεσα σε υποσυστήματα (Wiener, 1961, σελ.11)

## Κυβερνητική (Cybernetics)

Θεωρία η οποία εξετάζει συμφωνά με τον Wiener: *τα συστήματα, όχι αναγκαστικά ζωντανούς οργανισμούς, που παρουσιάζουν φαινόμενα μαθήσεως, αυτονομήσεως, προσαρμογής, προβλέψεως, στατικής, φαινόμενα που μέχρι τώρα είχαμε συνηθίσει να αποδίδουμε μόνο στα έμψυχα.* (1970, σελ. XIV.)

## M

### Μάθηση I/II/III (Learning I/II/III)

Προσαρμογή εντός πλαισίου (I), αλλαγή πλαισίου (II), αλλαγή του τρόπου αλλαγής πλαισίων (III). (Bateson, 1972, σελ. 464).

### Μικροφωνισμός (Microphone – Speaker Feedback)

Ακουστικό φαινόμενο, το οποίο προκύπτει όταν ο ήχος που εκπέμπεται από ένα ηχείο εισέρχεται εκ νέου στο μικρόφωνο και ενισχύεται επαναληπτικά, δημιουργώντας έναν βρόχο.

## N

### Νόμος της αναγκαίας ποικιλίας (Law of Requisite Variety, Ashby)

Αρχή της κυβερνητικής κατά την οποία ένας ρυθμιστής οφείλει να διαθέτει ποικιλία τουλάχιστον ίση με εκείνη του συστήματος που επιδιώκει να ελέγξει, ώστε να απορροφά αποτελεσματικά τις διακυμάνσεις του περιβάλλοντος. (Ashby, 1956).

## O

### Οργάνωση

Το επίπεδο δομικής τάξης που αναδύεται από ροές πληροφοριών και μειώνει την αυξητική τάση της εντροπίας. (Wiener, 1961, σελ. 11).

### Ομοιόσταση (Homeostasis)

Διατήρηση σταθερότητας μέσω αλληπάλληλων διορθώσεων. (Wiener, 1961, σελ. 114–115).

## Π

### Πληροφορία (Information)

Ορίζεται ως φορέας οργάνωσης σε συνθήκες θορύβου καθώς μειώνει το μέτρο της αβεβαιότητας. *Η διαδικασία της λήψεως και της χρησιμοποιήσεως πληροφοριών είναι η διαδικασία της προσαρμογής στις συγκυρίες του εξωτερικού περιβάλλοντος.* (αντίθ. Εντροπία) (Wiener, 1970, σελ. 3)

### Ποικιλία (Variety)

Μέτρο της πολυπλοκότητας ενός συστήματος ως αριθμός δυνατών καταστάσεων που μπορεί να βρεθεί (Ashby, 1956).

### Προσαρμογή (Adaptation)

Αντίθετα, αφορά τη διαδικασία με την οποία το σύστημα μεταβάλλει τη συμπεριφορά ή τη δομή του ώστε να διατηρήσει ή να επανακτήσει σταθερότητα.

## Σ

### Σταθερότητα (Stability)

Ικανότητα διατήρησης μεταβλητών εντός ορίων ή επανόδου μετά από διαταραχές σύνδεση με ανάδραση. (Ashby, 1956 σελ. 80)

### Στοχαστική Μουσική (Stochastic Music)

Μουσική που βασίζεται σε τυχαίες ή πιθανοκρατικές διαδικασίες, όπως στις συνθέσεις του Ξενάκη, όπου τα ηχητικά γεγονότα καθορίζονται από αντίστοιχα μαθηματικά μοντέλα τυχαιότητας.



## Βιβλιογραφία

- Ashby, W. R. (1956). *An introduction to cybernetics*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Attali, J. (2001). *Θόρυβος: Δοκίμιο για την πολιτική οικονομία της μουσικής* (Πρωτότυπο έργο 1977). Αθήνα: Νήσος.
- Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. Northvale, NJ: Jason Aronson.
- Beer, S. (1979). *The heart of enterprise*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the system for organizations*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Cascone, K. (2000). *The aesthetics of failure: "Post-digital" tendencies in contemporary computer music*. *Computer Music Journal*, 24(4), 12–18. <https://doi.org/10.1162/014892600559489>
- Chowning, J., & Bristow, D. (1986). *FM theory and applications: By musicians for musicians*. Tokyo: Yamaha Music Foundation.
- Collins, N., & d'Escriván, J. (Eds.). (2008). *The Cambridge companion to electronic music*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dayal, G. (2014). *Brian Eno: Another Green World* (ελλ. έκδ.). Αθήνα: Εκδόσεις Οξύ.
- Di Scipio, A. (2022, January 31). *A relational ontology of feedback*. *ECHO: A Journal of Music, Thought and Technology*, (3). <https://doi.org/10.47041/ECHO.3>
- Eldridge, A. (2005). *Singing Homeostat: Human-machine improvisations with feedback systems*. *International Institute for Advanced Studies, Proceedings 2005*.
- Galanter, P. (2003). *What is generative art? Complexity theory as a context for art theory*. In *Proceedings of GA2003—6th Generative Art Conference*. Milan: Politecnico di Milano.
- Hayles, N. K. (1999). *How we became posthuman: Virtual bodies in cybernetics, literature, and informatics*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Hegarty, P. (2010). *Θόρυβος/Μουσική: Μια ιστορία* (Πρωτότυπο έργο 2007). Αθήνα: futura.

Higgins, J. (2021). *More than an instrument: Improvising with failing playback media*. *Organised Sound*, 26(1), 110–118. <https://doi.org/10.1017/S1355771821000108>

Kelly, C. (2009). *Cracked media: The sound of malfunction*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cascone, Kim. (2000). The Aesthetics of Failure: Post-Digital Tendencies in Contemporary Computer Music. *Computer Music Journal - COMPUT MUSIC J.* 24. 12-18. 10.1162/014892600559489.

Manning, P. (2013). *Electronic and computer music* (4η έκδ.). Oxford: Oxford University Press.

Pangaro, Paul. (2020). Winky Dink and Me: Origins. 10.1201/9781003016908-5.

Pekelis, V. (1986). *Η Κυβερνητική από το Α ως το Ω* (Πρωτότυπο έργο 1974). Αθήνα: Κάτοπτρο.

Roads, C. (1996). *The computer music tutorial*. Cambridge, MA: MIT Press.

Rumsey, F., & McCormick, T. (2014). *Sound and recording: Applications and theory* (7η έκδ.). Oxford: Focal Press.

Sterne, J. (2015). *Το ακουστικό παρελθόν: Πολιτισμικές απαρχές της ηχητικής αναπαραγωγής* (Πρωτότυπο έργο 2012). Αθήνα: futura.

Toop, D. (2006). *Στοιχειωμένος καιρός: Μουσική, σιωπή και μνήμη* (Πρωτότυπο έργο 2004). Αθήνα: futura.

Vail, M. (2014). *The synthesizer: A comprehensive guide to understanding, programming, playing, and recording the ultimate electronic music instrument*. Oxford: Oxford University Press.

Wiener, N. (1961). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine* (2η έκδ.). Cambridge, MA: MIT Press.

Wiener, N. (1970). *Κυβερνητική και κοινωνία* (μτφρ. Γ. Ιωαννίδης, Πρωτότυπο έργο 1950). Αθήνα: Παπαζήσης.

Xenakis, I. (1971). *Formalized music: Thought and mathematics in composition*. Bloomington, IN: Indiana University Press.

Xenakis, I. (2008). *Music and architecture*. Hillsdale, NY: Pendragon Press.

## ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

Varga, B. A. (1996). *Conversations with Iannis Xenakis*. London: Faber & Faber.

Di Scipio, A. (2010, June 7). *Unidentified Sound Object: A conversation with Agostino Di Scipio* [Interview]. Ανακτήθηκε στις 7 Οκτωβρίου 2025, από <https://usoproject.blogspot.com/2010/06/conversation-with-agostino-di-scipio.html>

Gross, J. (2000). *Steve Reich: Interview. Perfect Sound Forever*.

## Ηχητικά έργα και εγκαταστάσεις

Xenakis, I. (1991). *GENDY3*.

Di Scipio, A. (2010). *Modes of interference / 3 Appareil*, <https://doi.org/10.4000/appareil.1019>

Eno, B. (1996). *Generative Music 1*.

Reich, S. (1968). *Pendulum Music*.