

Η συγκερασμένη μουσική κλίμακα (Του Κ. Δρακάκη)

Η μουσική κλίμακα που χρησιμοποιούμε σήμερα σχεδιάστηκε καθαρά μαθηματικά και αυτό της έδωσε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα της έδωσε το πλεονέκτημα της εύκολης 'μεταφοράς' μιας μελωδίας σε άλλη κλίμακα αλλά και το μειονέκτημα του όχι 'απόλυτου' καθορισμού των συχνοτήτων που αποτελούν τα διαστήματά της.

Αυτό το μειονέκτημα έγινε αιτία να αποκαλείται από κάποιους 'φάλτσα'.

Το αν είναι πράγματι 'φάλτσα' θα το αφήσουμε να το κρίνει ο αναγνώστης του άρθρου και θα ήταν ιδιαίτερη χαρά για μας να έχουμε τις απόψεις του.

Το όλο οικοδόμημα βασίζεται στην υποδιαίρεση μιας περιοχής συχνοτήτων (μιας οκτάβας) σε 12 ίσα μικρότερα διαστήματα που τα ονομάζουμε ημιτόνια.

Σαν οκτάβα -γενικά- λαμβάνεται το διάστημα που σχηματίζεται από μία τυχαία συχνότητα και την διπλάσιά της (Δηλαδή: **οκτάβα = $f_2/f_1=2$, όπου $f_2=2f_1$**).

Μαθηματικά αυτή η διαίρεση μας δίνει ένα διάστημα ίσο με το $\sqrt[12]{2} = 1,059$ Hz. Εδώ είναι και το λεπτό σημείο που μας εισάγει ένα πολύ μικρό σφάλμα στον απόλυτο προσδιορισμό των διαστημάτων.

Επειδή η συχνότητα ενός φθόγγου, προκειμένου αυτός να ανυψωθεί κατά ένα ημιτόνιο, πρέπει να **πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή $\sqrt[12]{2} = 1,059$** - που είναι προσεγγιστικός- η συχνότητα του νέου φθόγγου δεν είναι πάντα 'απόλυτα' καθορισμένη. Έτσι αν ξεκινήσουμε από την συχνότητα του φθόγγου C (do) και συνεχίσουμε να σχηματίζουμε την κλίμακα με διαδοχικούς πολλαπλασιασμούς επί τον συντελεστή 1,059, δεν θα έχουμε στο τέλος της οκτάβας, την 'απόλυτα' διπλάσια της αρχικής, συχνότητα.

Εδώ θα κάνουμε μια μικρή παρένθεση και θα δανειστούμε γνώσεις της 'Ηλεκτροακουστικής' επιστήμης. Θα σημειώσουμε λοιπόν:

1: Τα φυσιολογικά άτομα αντιλαμβάνονται διαφορές 1db στην στάθμη ακουστικής πίεσης για τόνους 50 ως 10.000Hz, **αν το επίπεδο του τόνου είναι μεγαλύτερο από 50db πάνω από το κατώφλι ακουστότητας του τόνου αυτού.**

2: Για συχνότητες πάνω από 1.000 Hz και **επίπεδα ηχητικής πίεσης πάνω από 40 db** η ελάχιστη μεταβολή συχνότητας που μπορεί να αντιληφθεί το αυτί είναι της τάξης των 3%, ενώ για συχνότητες κάτω των 1.000 Hz -και για την ίδια ένταση- η ελάχιστη αντιληπτή διαφορά είναι περίπου 3Hz. Στις ακόμη χαμηλότερες συχνότητες τέλος, αυτή η αναγκαία ελάχιστη διαφορά αυξάνει.

Άρα το όχι 'απόλυτο' της κλίμακας, με βάση τα παραπάνω -τουλάχιστον κατά την 'Ηλεκτροακουστική' επιστήμη- δεν θα πρέπει να ενοχλήσει το αυτί μας.

Αν τέλος αναλογιστούμε ότι με τους υπολογιστές σήμερα μπορούμε και 'Μαθηματικά'- αν και δεν έχει αυτό πρακτική σημασία - να ελαττώσουμε ακόμη περισσότερο τα προσεγγιστικά λάθη, (Ο συντελεστής ορίζεται σε 1,0594630940 Hz) θα πρέπει να ξεχάσουμε την «προσέγγιση» και να γευτούμε τις ευκολίες που μας δίνει αυτή η σχεδίαση της **συγκερασμένης** κλίμακας.

Ας παρακολουθήσουμε λοιπόν πως 'σχεδιάζεται' η συγκερασμένη κλίμακα και πως εμφανίζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της (**Σχ 1**) και (**Σχ 2**).

Ο σχεδιασμός της συγκεκριμένης κλίμακας.

Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)	Φθόγγα	Συχνότητα (Π)
C	32,70	c	65,40	c ¹	130,80	c ²	261,60	c ³	523,20	c ⁴	1046,40	c ⁵	2092,80
C#	34,64		69,29		138,58		277,16		554,31		1108,62		2217,24
D1	36,70		73,41		146,82		293,64		587,27		1174,54		2349,09
D#	38,89		77,77		155,55		311,10		622,19		1244,39		2488,77
E	41,20	e	82,40		164,80	e ²	329,60		659,19		1318,38		2636,76
F	43,65		87,30		174,60		349,19		698,39		1396,78		2793,55
F#	46,24		92,49		184,98		369,96		739,92		1479,83		2959,67
G	48,99	g	97,99	g ¹	195,98		391,96	g ²	783,91		1567,83		3135,66
G#	51,91		103,82		207,63		415,26		830,53		1661,06		3322,11
A	54,99		109,99		219,98		439,96		879,91		1759,83		3519,66
A#	58,26		116,53		233,06		466,12		932,24		1864,47		3728,94
B	61,73		123,46		246,92		493,83		987,67		1975,34		3950,68
c	65,40	c ¹	130,80	c ²	261,60	c ³	523,20	c ⁴	1046,40	c ⁵	2092,80	c ⁶	4185,60

*Οι εκθέτες στα σύμβολα των φθόγγων δείχνουν την Οκτάβα (δεν είναι δυνάμεις).

Υπολογισμός Διάστημα (Δ) = fmax/fmin

Π.χ E	Διάστημα 3M	=E1/C1	1,26	Π.χ E	Διάστημα 3M	=A1/F1	1,26
>>	=e/c	1,26		>>	=a/f	1,26	
>>	=e1/c1	1,26		>>	=a1/f1	1,26	
>>			>>		
>>	=e6/c6	1,26		>>	=A6/F6	1,26	

Όπου:
 (M) = διάστημα 'μεγάλο'
 (μ) = διάστημα 'μικρό'
 (K) = διάστημα 'καθαρό'

(41,20/32,7)=1,2599388

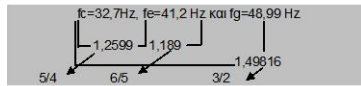
** Με το σύμβολο (#) παρουσιάζουμε την όκταβα και με το σύμβολο (-) την ύφεση.

Με όμοια διαδικασία παρατηρούμε:

Διάστημα 3μ	C1/E-	1,19	(38,89/32,7)=1,1892966
>>	=A/c	1,19	
Διάστημα 5K	C1/G1	1,50	(48,99/32,7)=1,4981651
>>	c/g	1,50	

Διάστημα 4K	F1/C1	1,33	(43,65/32,7)=1,33
Διάστημα 8	=c/C1	2,00	(65,40/32,7)=2

Άρα η συχνοτητα C+ που αποτελείται από ένα διάστημα 3M και ένα 3μ που κάνουν μία 5K, με βάση τα παραπάνω αντιπροσωπεύουν τον συνδυασμό συχνοτήτων που ακολουθεί:



Όπου: fC, fE και fG είναι οι συχνότητες των φθόγγων* C,E,G

* οι συχνότητες των τόνων θα ήταν ακριβέστερα.

Σχ 1

Τέλος με την λογική 'όμιση' της συγκεκριμένης κλίμακας θα μπορούσε κανείς να σχεδιάσει μια νέα κλίμακα Πχ μια κλίμακα με 6 τόνους που θα μας χωρίζε την οκτάβα σε 6 μέρη. Δηλαδή η διάθεση της οκτάβας θα γινόταν σε μέρη (6ης ρίζας του 2). Δηλαδή:

1,12246204 Hz

Άρα η κλίμακα θα είναι:

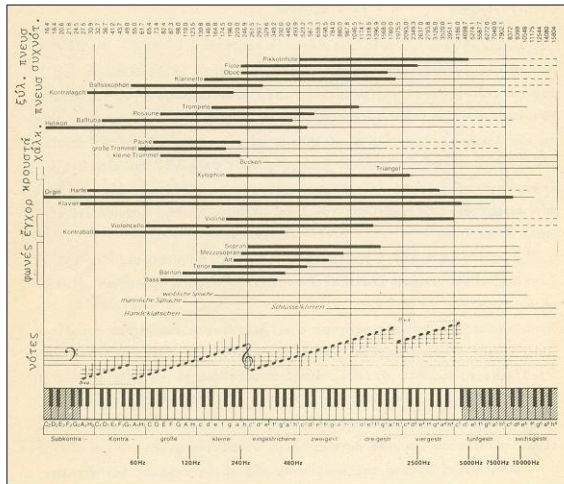
- 32,70 → C1
- 36,70 → D1
- 41,20 → E1
- 46,24 → F1 #
- 51,91 → G1 #
- 58,26 → A1 #
- 65,40 → c

Σημείωση: Το αποτέλεσμα θα έπρεπε να είναι αναμενόμενο αφού

$$\sqrt[6]{2} = (\sqrt[3]{2})^2$$

Αυτή την εβδόμη κλίμακα έχουν χρησιμοποιήσει συνθέτες του 20ου αιώνα. Ένας απ' αυτούς ήταν και ο Debussy.

Για να έχουμε και μια ιδέα των περιχέν συχνοτήτων που συχνόρμε δίνουμε (από Γερμανική βιβλιογραφία) το ακουστικό φάσμα φωνών και οργάνων.



Σχ 2

