

Marco Marinoni

Studie I
di Karlheinz Stockhausen

Elettroacustica – lezione 5
(2012)



Indice

- Ipotesi di lavoro
- Regole globali
- Assetto formale
 - Tipi di raggruppamenti strutturali
 - Sequenze disposte orizzontalmente
 - Sequenze disposte verticalmente
 - Sequenze e misture
- Aspetti compositivi



Ipotesi di lavoro

- Solo suoni sinusoidali
- Controllo di durata, ampiezza, frequenza
- Unità di misura fisiche: secondi, dB, Hz
- Notazione a diagramma cartesiano
- Tecnica seriale, estesa alla composizione del suoni



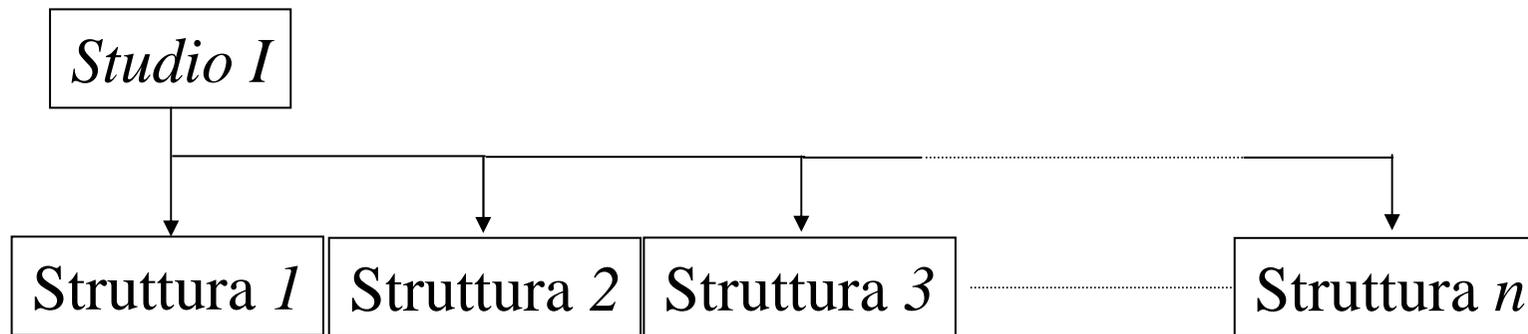
Regole globali

- *I parametri devono collocarsi nell'ambito di percettibilità medio, per tendere verso i limiti di udibilità*
- Il parametro pilota è la Frequenza
- Durata: diventa più breve quando la sua frequenza tende verso valori estremi
- Ampiezza: diminuisce quando la sua frequenza tende verso valori estremi



Assetto formale

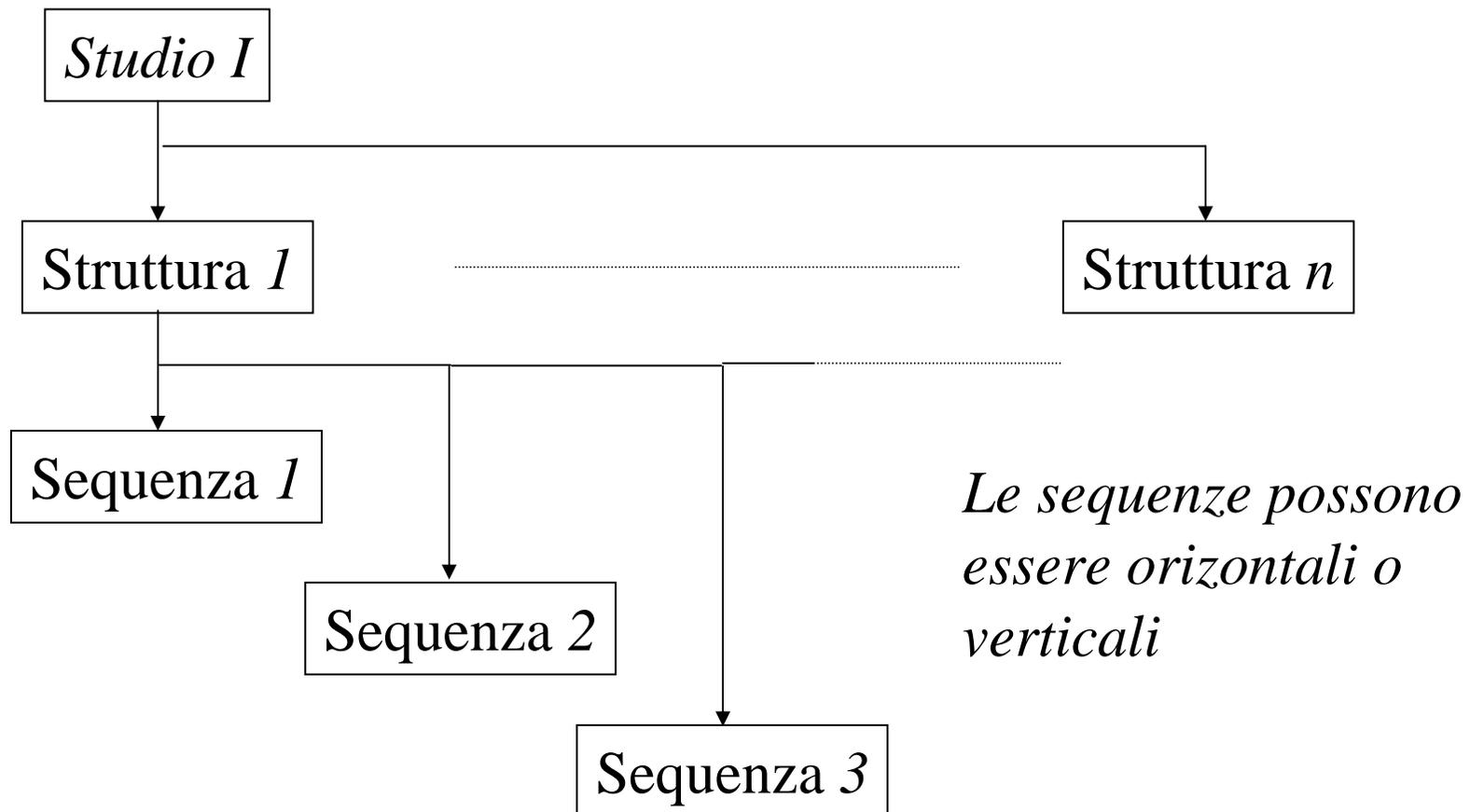
Studio I è una successione di strutture



Ogni struttura è composta da una o più sequenze



Assetto formale – Strutture e sequenze



6 tipi di raggruppamenti strutturali

1. Sequenze disposte orizzontalmente, pausa prima del suono
2. Sequenze disposte orizzontalmente, pausa dopo il suono
3. Sequenze disposte verticalmente, pausa prima del suono – inizio simultaneo
4. Sequenze disposte verticalmente, pausa dopo il suono – inizio simultaneo
5. Sequenze disposte verticalmente, pausa prima del suono – fine simultanea
6. Sequenze disposte verticalmente, pausa dopo il suono – fine simultanea



Sequenze disposte orizzontalmente



1. Pausa prima del suono

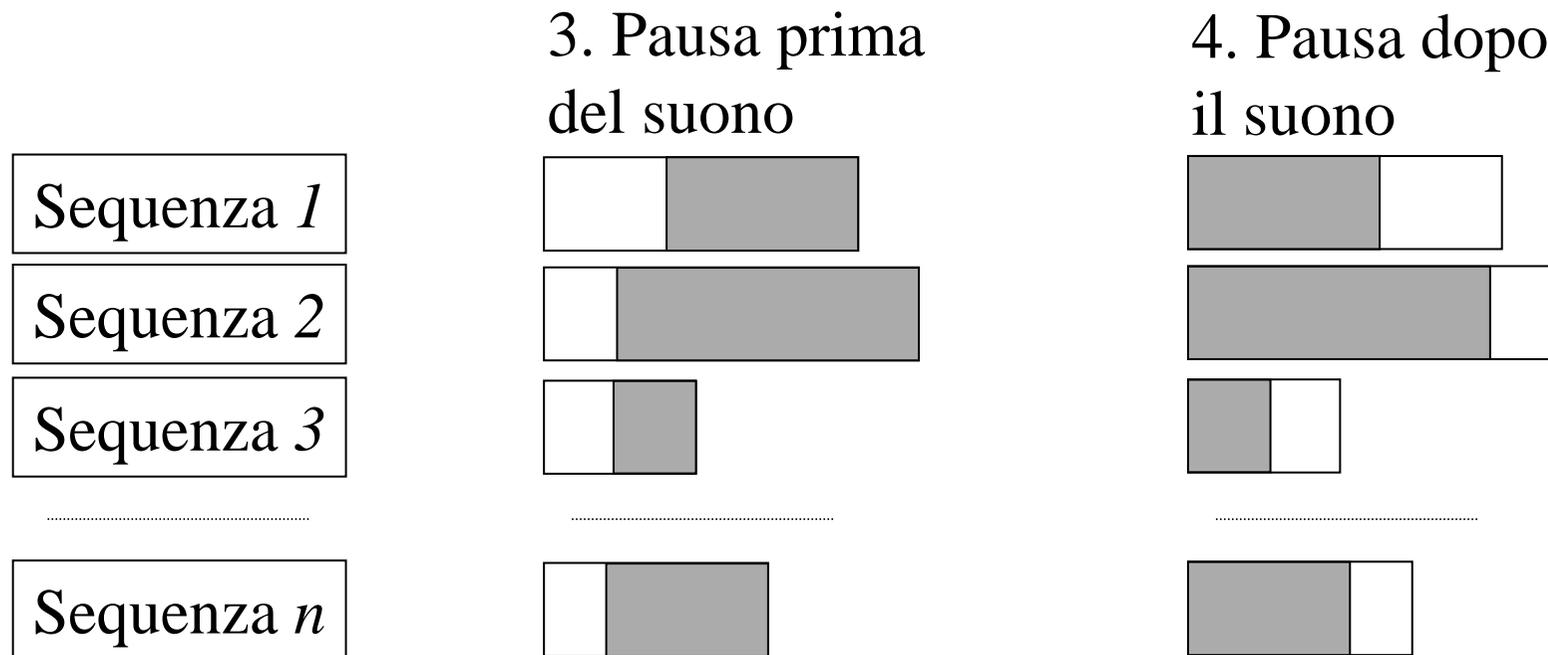


2. Pausa dopo il suono



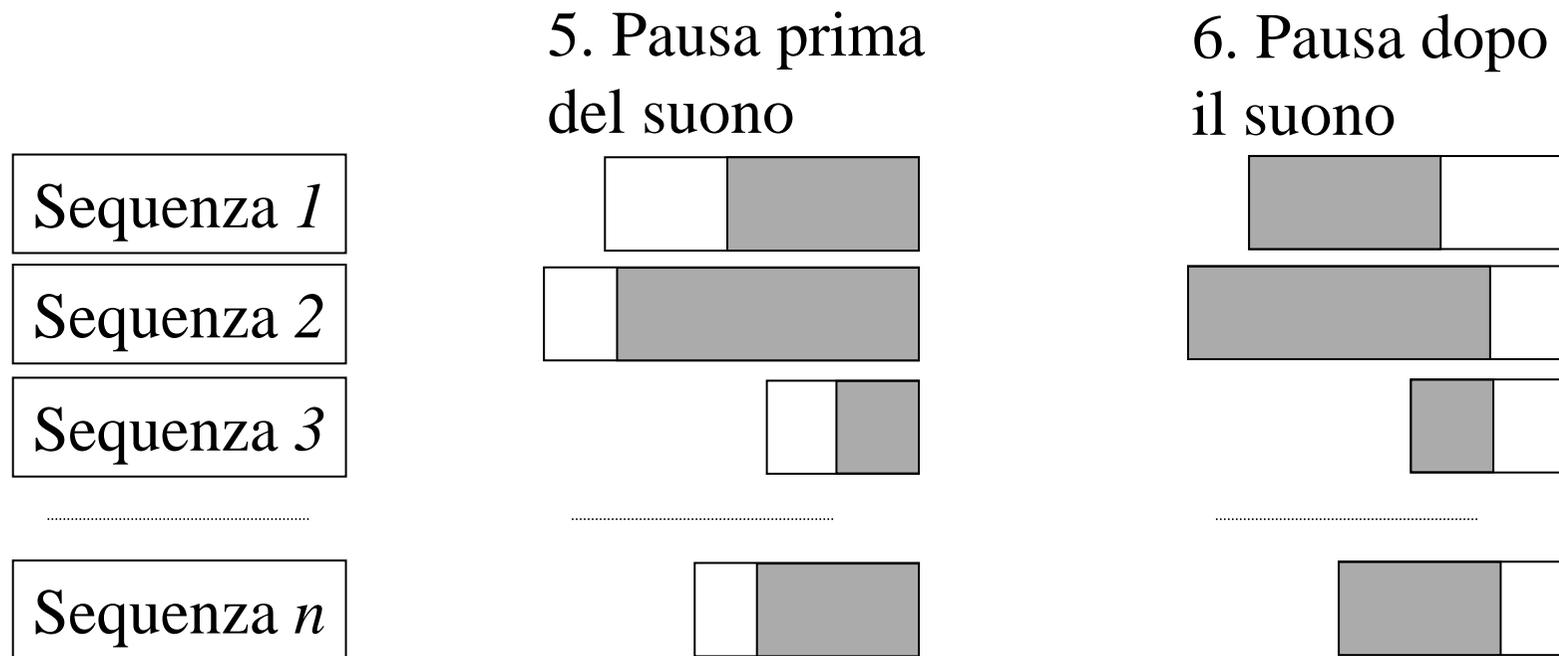
Sequenze disposte verticalmente

Iniziano contemporaneamente



Sequenze disposte verticalmente

Terminano contemporaneamente



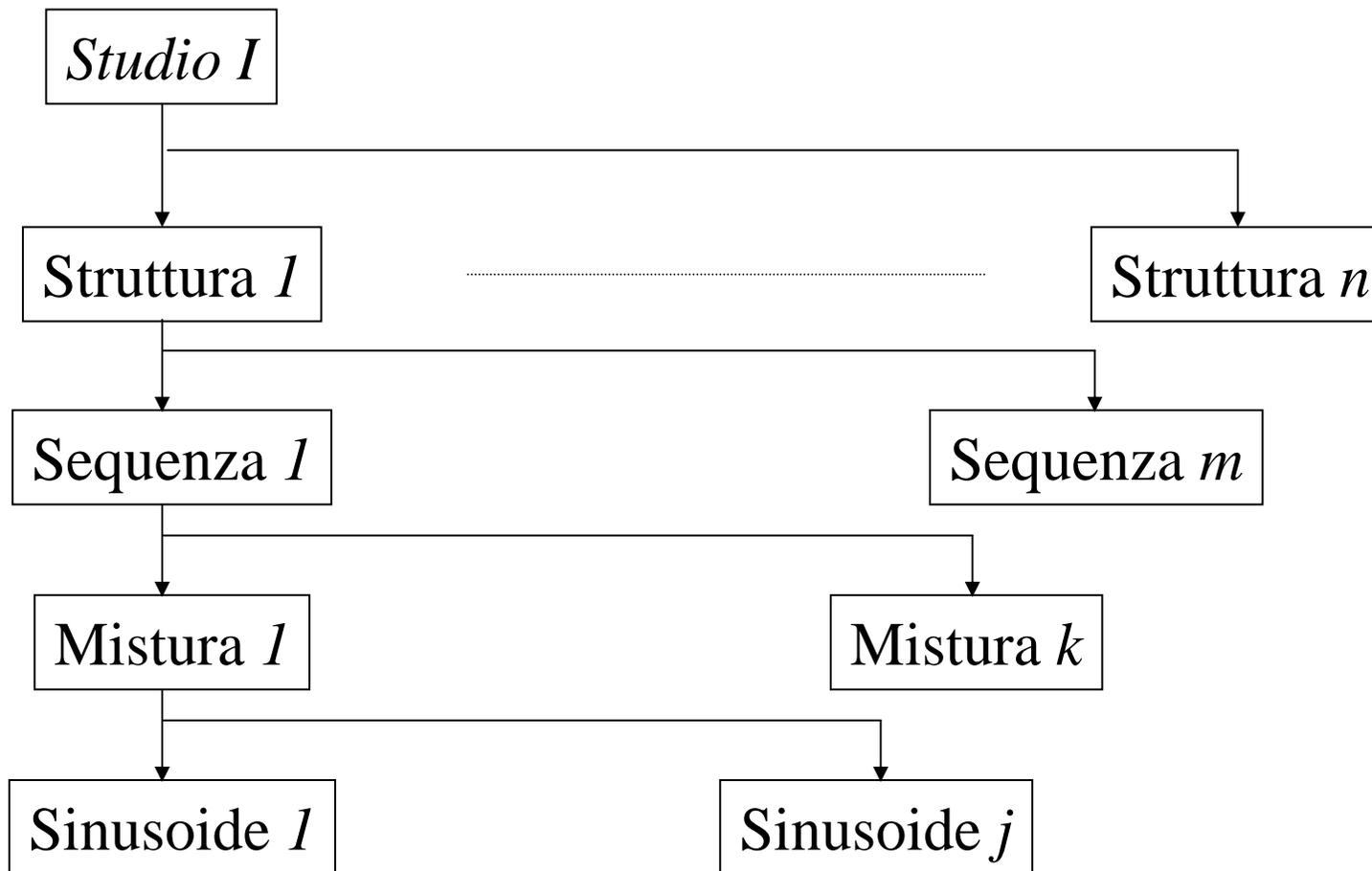
Assetto formale – Sequenze e misture



Ogni sequenza è composta da una o più mistura



Assetto formale



Aspetti compositivi

- Prima composizione per suoni sinusoidali scritta da KS (1953)
 - “dopo un certo periodo di tempo dedicato all’ascolto e all’analisi, mi decisi a non utilizzare quelle sorgenti sonore elettroniche che producono spettri sonori già composti, bensì solo sinusoidi di un generatore di frequenze”



Aspetti compositivi

- Intervalli localizzati nell'ambito di percettibilità medio e tendenti verso i limiti dell'udibilità
- **Durata**
 - Inversamente proporzionale al suo intervallo frequenziale
 - Con l'allontanamento dall'ambito centrale, anche le durate divengono più brevi
- **Intensità**
 - Diminuisce proporzionalmente alla durata via via che aumenta la distanza tra le frequenze
 - Con l'allontanamento dall'ambito centrale, durate e intensità diminuiscono
- La derivazione termina ai limiti dell'udibile, là dove l'indice acustico-temporale e la curva delle intensità, dipendenti entrambi dalla frequenza, segnano dei valori limite
- **Struttura seriale** per tute e tre le dimensioni
- **Ordine permutativo**



Schema compositivo - frequenze

- **I rapporti della serie sono intervalli della serie armonica**
 - Decima minore discendente ($12/5$)
 - Terza maggiore ascendente ($4/5$)
 - Sesta minore discendente ($8/5$)
 - Decima minore ascendente ($5/12$)
 - Terza maggiore discendente ($5/4$)



Schema compositivo - frequenze

- Moltiplicando una frequenza originaria data con ognuno di questi fattori, si ottiene una successione di sei suoni
- Ogni sequenza ottenuta è il punto di partenza per una nuova serie

Esempio

– $1920 \cdot (5/12) = 800$	→	$800 \cdot (5/12) = 333.33$	→..
– $800 \cdot (5/4) = 1000$		$333 \cdot (5/4) = 416.66$	
– $1000 \cdot (5/8) = 625$		$416.66 \cdot (5/8) = 260.416$	
– $625 \cdot (12/5) = 1500$		$260.416 \cdot (12/5) = 625$	
– $1500 \cdot (4/5) = 1200$		$625 \cdot (4/5) = 500$	



Tabella 1

(frequenze in Hz)

12	5	8	5	5	4
:	4	:	5	:	12
1920	800	1000	625	1500	1200
800	333	417	260	625	500
1000	417	521	325	781	625
625	260	325	203	488	390
1500	625	781	488	1170	937
1200	500	625	390	937	750
800	333	417	260	625	500
333	138	173	108	260	208
417	173	217	135	325	260
260	108	135	84	203	162
625	260	325	203	488	390
500	208	260	162	390	312
1000	417	521	325	781	625
417	173	217	135	325	260
521	217	271	169	407	325
325	135	169	105	254	203
781	325	407	254	610	488
625	260	325	203	488	390
625	260	325	203	488	390
260	108	135	84	203	162
325	135	169	105	254	203
203	84	105	66	158	127
488	203	254	158	381	305
390	162	203	127	305	244
1500	625	781	488	1170	937
625	260	325	203	488	320
781	325	407	254	610	488
488	203	254	158	381	305
1170	488	610	381	914	732
937	390	488	305	732	586
1200	500	625	390	937	750
500	208	260	162	390	312
625	260	325	203	488	390
390	162	203	127	305	244
937	390	488	305	732	586
750	312	390	244	586	469

Schema compositivo - gruppi

- Serie costituita da **mixture** (gruppi)
- Inclusione coerente dei timbri nella struttura seriale
 - Il timbro è determinato
 - dal numero di suoni sinusoidali contenuti in un gruppo
 - Dai rapporti frequenziali tra questi suoni
 - Dall'intensità di ogni suono parziale



Schema compositivo - gruppi

- **Misture (gruppi)**

- Con il raggruppamento dei suoni inizia il processo compositivo
- Gruppi di 6 elementi al massimo, nell'ordine:

4 5 3 6 2 1

- Nessuna successione simmetrica o monotona
- Evitare che in un gruppo compaia due volte la stessa frequenza o un rapporto frequenziale di 1:2 (ottava)



Schema compositivo - gruppi

- Lo schema di raggruppamento viene utilizzato per la costruzione formale dell'intera opera
 - **Suoni** formano **misture**
 - Dimensione verticale
 - **Misture** formano **sequenze**
 - Dimensione orizzontale
 - **Sequenze** formano **strutture**
 - Dimensione verticale o orizzontale



Schema compositivo - gruppi

- L'ordine dei gruppi è una proporzione che vale per l'intera opera

Esempio

4	{	suoni nella mistura 1 insiemi di suoni nella sequenza 1 sequenze nella struttura 1	
5	{	suoni nella mistura 2 insiemi di suoni nella sequenza 2 sequenze nella struttura 2	
3	{	suoni nella mistura 3 insiemi di suoni nella sequenza 3 sequenze nella struttura 3	ecc.



Schema compositivo - gruppi

- Le strutture sono raggruppamenti verticali (simultanei) o orizzontali (successivi) da 1 a 6 sequenze
 - 6 tipi di raggruppamenti strutturali
 - Organizzazione macroformale delle strutture secondo la seguente successione asimmetrica derivata dalla concezione formale generale

4 2 3 5 6 1



- 1) sequenze orizzontalmente (durata subordinata¹ delle pause *prima* della durata del suono);
- 2) sequenze orizzontalmente (durata delle pause *dopo* la durata del suono);
- 3) sequenze verticalmente (durata delle pause *prima* della durata del suono) (cominciano contemporaneamente);
- 4) sequenze verticalmente (durata delle pause *dopo* la durata del suono) (cominciano contemporaneamente);
- 5) sequenze verticalmente (durata delle pause *prima* della durata del suono) (terminano contemporaneamente);
- 6) sequenze verticalmente (durata delle pause *dopo* la durata del suono) (terminano contemporaneamente).



Schema compositivo - intensità

- Tre dimensioni
 - Frequenza
 - i suoni muovono verso gli ambiti del grave e dell'acuto inudibile
 - Intensità
 - I suoni muovono verso il piano inudibile
 - Durata
 - I suoni muovono verso i limiti dell'indice acustico-temporale
- Gli ordini seriali delle tre dimensioni tendono dal registro centrale ai limiti dell'udibilità



Schema compositivo - intensità

- Rapporto **durata-distanza delle frequenze**
 - Quanto più grave, tanto più breve
- Rapporto **intensità-frequenza**
 - I suoni gravi e acuti vengono percepiti tanto più piano quanto più lontani essi sono dal registro medio
 - Curve di Fletcher-Munson



Schema compositivo - intensità

- Suono originario: **1920 Hz**
- Prima serie:

1920 Hz	800 Hz	1000 Hz	625 Hz	1500 Hz	1200 Hz
800 "					
1000 "					
625 "					
1500 "					
1200 "					



Schema compositivo - intensità

- I suoni di partenza della serie proporzionale devono avere tutti la stessa importanza = **stessa intensità**
 n dB da definire in modo unitario
- I suoni derivati della serie hanno **differenza di intensità costante** (4 dB) in modo da trovarsi a $n - 4$ dB, $n - 8$ dB, $n - 12$ dB ecc



Schema compositivo - intensità

- Intensità dei suoni della serie generata di volta in volta da 1920 Hz, 800 Hz, 1000 Hz ecc.

1920	Hz	n	db	800	Hz	n	db	1000	Hz	n	db
800	"	n-4	"	333	"	n-4	"	417	"	n-4	"
1000	"	n-8	"	417	"	n-8	"	ecc.			
625	"	n-12	"	ecc.							
1500	"	n-16	"	(cfr. Tabella 1)							
1200	"	n-20	"								



Schema compositivo - intensità

- Secondo lo schema gruppi **4 5 3 6 2 1**, la componente più forte dei gruppi che seguono ai primi sei deriva dai precedenti rapporti di intensità delle successioni di frequenze



k₁ gruppo 4
 1920 Hz n db
 800 " n-4 "
 1000 " n-8 "
 625 " n-12 "

k₂ gruppo 5
 800 Hz n db
 333 " n-4 "
 417 " n-8 "
 1500 " n-16 "
 1200 " n-20 "

k₃ gruppo 3
 260 Hz n db
 625 " n-4 "
 500 " n-8 "

k₄ gruppo 6
 1000 Hz n db
 417 " n-4 "
 521 " n-8 "
 325 " n-12 "
 781 " n-16 "
 625 " n-20 "

k₅ gruppo 2
 625 Hz n db
 260 " n-4 "

k₆ gruppo 1
 325 Hz n db

k₇ gruppo 5
 1500 Hz n-16 db
 1200 " n-20 "
 800 " n "
 333 " n-4 "
 417 " n-8 "

ecc.



Schema compositivo - intensità

- Nel corso del pezzo **l'intera successione delle frequenze viene utilizzata sei volte**
- Ogni volta cambia la posizione della componente più forte nelle serie di sei suoni cosicché **ogni frequenza sarà almeno una volta il suono parziale di intensità maggiore**



1.

1920	Hz	n	db
800	"	n-4	"
1000	"	n-8	"
625	"	n-12	"
1500	"	n-16	"
1200	"	n-20	"

2. dopo 216 frequenze

1920	Hz	n-20	db
800	"	n	"
1000	"	n-4	"
625	"	n-8	"
1500	"	n-12	"
1200	"	n-16	"

3. dopo 432 frequenze
1920 Hz n-16 db

4. dopo 648 frequenze

1920	Hz	n-12	db
800	"	n-16	"
1000	"	n-20	"
625	"	n	"
1500	"	n-4	"
1200	"	n-8	" ecc.



Schema compositivo - intensità

- La serie usata per le massime intensità di ogni gruppo è **3 4 2 1 6 5**
 - Corrispondente ai livelli di intensità:
 - **1** = 0 dB
 - **2** = -4 dB
 - **3** = -8 dB
 - **4** = -12 dB
 - **5** = -16 dB
 - **6** = -20 dB



Schema compositivo - intensità

- I primi sei gruppi di suoni hanno i seguenti livelli:

k_1	1920	Hz	- 8	db	k_2	800	Hz	-12	db	k_3	260	Hz	- 4	db
	800	"	-12	"		333	"	-16	"		625	"	- 8	"
	1000	"	-16	"		417	"	-20	"		500	"	-12	"
	625	"	-20	"		1500	"	-28	"					
						1200	"	-32	"					
k_4	1000	Hz	0	db	k_5	625	Hz	-20	db	k_6	325	Hz	-16	db
	417	"	- 4	"		260	"	-24	"					
	521	"	- 8	"										
	325	"	-12	"										
	781	"	-16	"										
	625	"	-20	"										



Schema compositivo - intensità

- **Eco di sequenza**

- Ogni sequenza è stata contrapposta a se stessa con un'altra intensità come *eco di sequenza*

- Trattata con **lieve riverberazione**

- Il livello di ampiezza del riverbero è inferiore di 20 dB rispetto alla mistura della sequenza d'eco di maggiore intensità

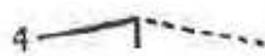


Schema compositivo - intensità

- **Inviluppo**

- Sei tipi di inviluppo

- Secondo la serie **4 2 3 5 6 1**

- 1  (senza variazione di intensità)
- 2  (senza variazione di intensità, con riverbero)
- 3  (cresce dalla soglia di udibilità fino alla intensità massima richiesta)
- 4  (in crescendo, con riverbero)
- 5  (diminuisce dalla intensità massima fino alla soglia di udibilità)
- 6  (in diminuendo, con riverbero)



Schema compositivo - durate

- Le durate dei suoni devono essere **inversamente proporzionali alla loro altezza**
 - Il numero di centimetri come durata di un suono su nastro magnetico a 76.2 cm deve corrispondere a $1/10$ del numero di frequenza
 - La durata più breve ($1/11$ sec) si ha con 6.6 cm (66 Hz)



Schema compositivo - durate

192	cm (76,2 cm/sec)	80,0	cm (76,2 cm/sec)	
680	"	41,7	"	
525	"	26,0	"	
150	"	62,5	"	
120	"	50,0	"	ecc.

- Definiamo ogni durata così stabilita durata superiore
- All'interno di questa durata viene inserito un rapporto temporale subordinato tra suono e silenzio che varia tra 1/6 e 6/6
 - Suono e silenzio insieme formano la durata superiore
 - Un suono dura di volta in volta 1/6 2/6 3/6 4/6 5/6 6/6 della durata superiore. Il resto è pausa.



Schema compositivo - durate

- Per le proporzioni interne di durata la serie è **2/6 4/6 6/6 3/6 5/6 1/6**
 - Questa serie viene applicata anche alle *eco di sequenza*
 - Ciascuna ripete solo parzialmente la sequenza di cui è eco, in ragione della serie di frazioni
 - Il criterio euristico è stato quello di associare alle frequenze gravi (che hanno valori più brevi di durata) frazioni di suono più alte (in modo da compensare la loro brevità assoluta con una maggiore estensione relativa al rapporto suono/silenzio)



Schema compositivo - durate

- Ora i suoni sono raggruppati in maniera **seriale**
 - In ogni gruppo di suoni (in verticale) c'è un suono più forte
 - Questo suono definisce la durata del suo gruppo
 - Per le 6 volte in cui compare una serie, ciascun suono è di volta in volta il suono più forte
 - Ogni frequenza determina almeno una volta la durata del suo gruppo



Schema compositivo - durate

- La **durata di ogni mistura** è proporzionale al numero di frequenza del suono più forte
- La **durata di una sequenza** è la somma delle misture
- La **durata di una struttura** è
 - nei raggruppamenti orizzontali delle sequenze, uguale alla somma delle durate delle sequenze e delle loro eco
 - Nei raggruppamenti verticali delle sequenze, uguale alla più lunga sequenza con eco di sequenza

La durata del pezzo è la somma delle strutture



Schema compositivo - forma

- Tutti i processi descritti fino ad ora sono finalizzati al movimento verso il grave
- La stessa cosa avviene rispecchiata verso l'acuto
 - Ogni **struttura** viene contrapposta a se stesa in una trasposizione
 - Gli intervalli di trasposizione seguono le proporzioni frequenziali originarie
 - **12/5 4/5 8/5 5/12 5/4 5/8** (+ 5 permutazioni della serie con i suoi stessi valori proporzionali)



Schema compositivo - forma

- Quindi la **struttura 1** è contrapposta alla sua trasposizione una decima inferiore (ratio $12/5$), la **struttura 2** alla sua trasposizione di terza superiore (ratio $4/5$), ecc.
- Trasposizioni ottenute modificando la velocità del nastro
 - Più acuta è la trasposizione, più brevi e meno forti sono i suoni



Schema compositivo - forma

- Sia all'acuto che al grave le durate sono equilibrate
 - Frequenze e intensità tendono ai limiti dell'udibilità
- **«Ho cercato di raggiungere in questa composizione una situazione di equilibri. Per questo sono partito dalla funzione effettiva di un sistema seriale cercando di far corrispondere la sua concezione alle funzioni naturali delle tre dimensioni frequenza, durata, intensità» (KS)**



Schema compositivo - notazione

The image displays a page of a musical score, likely a vocal score with piano accompaniment. It features several systems of staves. Each system includes a vocal line (top staff) and a piano accompaniment (bottom staff). The notation is dense, with various musical symbols, clefs, and dynamics. The score is divided into measures by vertical bar lines. The overall layout is typical of a professional musical manuscript.



Schema compositivo - notazione

- Partitura
 - Quattro sistemi da leggere contemporaneamente
 - Ogni sistema è diviso in due parti
 - 1 sistema logaritmico con 10 linee per segnare le frequenze
 - » Indicazione da 100 a 1000 Hz (ogni campo 100 Hz)
 - Sotto la linea centrale più marcata 1 sistema con la stessa distanza tra le linee per le intensità / involuppi dei suoni / misture



Schema compositivo - notazione

- Partitura

- Le strisce orizzontali tra o su le 10 linee del sistema rappresentano i suoni parziali con la rispettiva durata e frequenza
- Il numero di frequenza è indicato in unità su ogni linea
- La linea inferiore indica l'ambito frequenziale della trasposizione
- La continuazione tratteggiata di una linea di frequenza indica riverbero
- Il sistema inferiore (8 linee) indica l'intensità
- Sotto è indicata la durata in centimetri (76.2 cm di nas)

