

MANTRA

Stockhausen

COME/02 – Analisi della musica elettroacustica

COME/01 – Esecuzione ed interpretazione
della musica elettroacustica

L'ELETTRONICA IN MANTRA

Elena D'Alò

docenti

Luigi Pizzaleo

Giuseppe Silvi

Conservatorio di Musica Santa Cecilia, Roma

2017

Indice

Indice	ii
1 Le origini	2
1.1 Organico	3
1.2 Influenze composite	4
2 La formula e i mantra	6
3 L'elettronica	8
3.1 L'elaborazione dal vivo di Stockhausen	8
3.2 Le onde corte	10
3.3 Microfonazione e diffusione	11
4 La modulazione ad anello	13
4.1 Il modulatore	13
4.2 Intervalli frequenziali	14
4.3 Le variazioni di modulazione	17
5 Conclusioni	19
Bibliografia	20

Introduzione

Questa analisi, iniziata durante i corsi di *Analisi della musica elettroacustica ed Esecuzione ed interpretazione della musica elettroacustica*, è stata sviluppata a Kürten, durante i Kürten Kurse ad agosto del 2017: un'esperienza che permette di avvicinarsi a Karlheinz Stockhausen in un modo quasi tangibile. Passeggiare tra "i suoi" alberi, parlare con chi viveva e lavorava con lui, ascoltare la sua musica per dieci giorni, permette di immergersi in un altro mondo, nel suo mondo, e capirlo ancora meglio di come lui ha dettagliatamente descritto in ogni conferenza, libro, intervista, partitura o conversazione.

Diverse motivazioni portano alla scelta di analizzare MANTRA, in una prospettiva generale con approfondimento dell'elettronica: la prima su tutte è la suggestione del suo ascolto dal vivo. MANTRA è un'opera che attrae per i suoi suoni e la sua struttura; è un'opera che affascina e incuriosisce ininterrottamente; è un'opera che anche dopo 47 anni continua a essere unica.

I

Le origini

Quando si inizia a conoscere l'applicazione musicale della modulazione ad anello applicata alla musica, l'ascolto di riferimento è MANTRA di Karlheinz Stockhausen, brano cardine del repertorio elettroacustico e dall'impianto compositivo estremamente articolato.

MANTRA nasce durante un viaggio in macchina: la sua melodia iniziale, composta da tutte le 12 note di un'ottava, viene pensata e scritta su della carta che Stockhausen aveva in tasca, con l'idea già chiara di renderla il nucleo centrale di un'espansione compositiva. È la prima volta che Stockhausen chiama questa successione melodica *formula*: una figura musicale base, con precise altezze, ritmi, e dinamiche da sviluppare.¹

La *formula* di MANTRA si evolve in oltre un'ora di scambi ritmici, frequenziali, dinamici, ma soprattutto timbrici tra i due pianoforti.

Mantra [1970] 65' – 72'

Per due pianisti

con wood blocks e crotali,

generatori onde sinusoidali e modulatori ad anello

regia del suono

La prima esecuzione è avvenuta nel 1970 durante il Donaueschingen Festival, eseguita dai pianisti Alfons e Aloys Kontarsky.

¹La *formula* sarà la componente base quasi sempre presente nella successiva produzione musicale di Stockhausen.

1.1 Organico

In partitura è descritta esattamente la disposizione degli strumenti: i due pianoforti sono messi uno di fronte all'altro (figura 1).

Ciascun pianista ha un woodblock e 12 crotali da disporre sul piano del leggio, o a lato; dovrà anche gestire la modulazione ad anello tramite un apposito modulatore. Solo il pianista I si occuperà invece della diffusione delle onde corte.

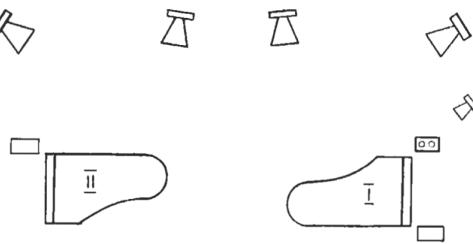


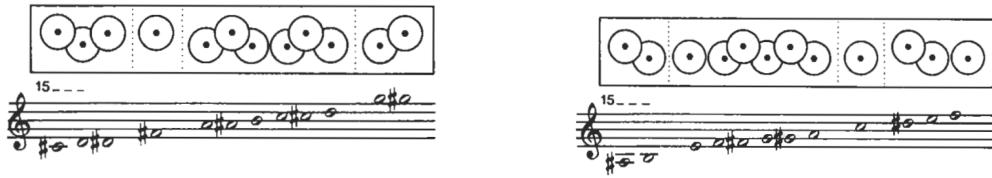
Figura 1: Disposizione dei pianoforti come si trova in partitura.



Figura 2: Pianoforte I per l'esecuzione di MANTRA presso i Kürten Kurse 2017.
Pianisti: Sepp Grotenhuis e Ellen Corver. Regia del suono: Jan Panis.

I diffusori sono 4, posti dietro i pianoforti e a 4 metri (almeno) di altezza. Sono previsti due microfoni, con la possibile aggiunta di un terzo. La parte elettronica verrà approfondita nel capitolo 3.

I crotali, i woodblocks, ma soprattutto della modulazione ad anello sono elementi scelti per la loro caratteristica timbrica, sottolineando l'importanza di tale paramentro nella composizione.



(a) Disposizione e altezze dei cimbali del pianoforte I. (b) Disposizione e altezze dei cimbali del pianoforte II.

Figura 3: Disposizione e altezze dei cimbali, come scritto in partitura.



Figura 4: Prima incisione di MANTRA in giugno 1971 per la Deutsche Grammophon eseguita dai fratelli Kontarsky (presso il Tonstudio di Monaco).

1.2 Influenze composite

In una presentazione del 2009 per la prima neozelandese di MANTRA, Robin Maconie traccia i collegamenti storici tra la genialità di Stockhausen e una serie di semine musicali che negli anni precedenti ne hanno costruito il background immaginifico.

Il primo nome che Maconie collega a Stockhausen è quello di Arnold Schoenberg, mettendo in relazione gli intervalli iniziali di MANTRA con alcuni tratti melodici dell'inizio dell'OP. 11 N. 2 per pianoforte. Maconie mette in relazione la nota perno LA attorno alla quale si muovono formule simmetriche con l'OP. 27 di Webern e MUSIC FOR STRING, PERCUSSION E CELESTA di Bartok:

The mirror-symmetry in both cases is significant, and also the date: both works were composed in 1936. For the postwar Darmstadt generation of serial composers, mirror-imagery takes the form of a symmetrical all-interval series, the utopian generative principle commended by Herbert Eimert, Stockhausen's mentor and coeditor of the periodical Die Reihe, and adopted by Boulez, Stockhausen, and Nono. [...] In MANTRA a listener is able to detect echoes and allusions to a western tradition of music-making.²

Il collegamento tra Stockhausen e Boulez passa anche per la costruzione formale, per gli sviluppi interni della struttura che si contrae ed espande per tutta l'estensione della tastiera all'interno delle tessiture musicali, che Maconie collega alle STRUCTURES per due pianoforti del 1951-52.

L'ultima riflessione di Maconie sulle radici storiche di MANTRA è relativa alla presenza delle percussioni. I nomi che qui collega sono quelli di John Cage, che negli anni cinquanta raggiunge l'Europa con le sue sonorità pianistiche non convenzionali, e di Bela Bartok con la SONATA PER DUE PIANOFORTI E PERCUSSIONE sulla quale nel 1951 Stockhausen redige la sua tesi di diploma musicale.

²La simmetria speculare in entrambi i casi è significativa, e lo è anche la data: entrambe le opere furono composte nel 1936. Per la generazione postbellica dei compositori serialisti di Darmstadt, le immagini speculari presero la forma di una serie simmetrica che contemplasse tutti gli intervalli, un principio generativo utopico proposto da Herbert Eimert, mentore e coeditore di Stockhausen del periodico DIE REIHE, e adottato da Boulez, Nono e Stockhausen stesso. [...] In MANTRA l'ascoltatore è in grado di riconoscere gli echi e le allusioni alla tradizione musicale occidentale.

2

La formula e i mantra

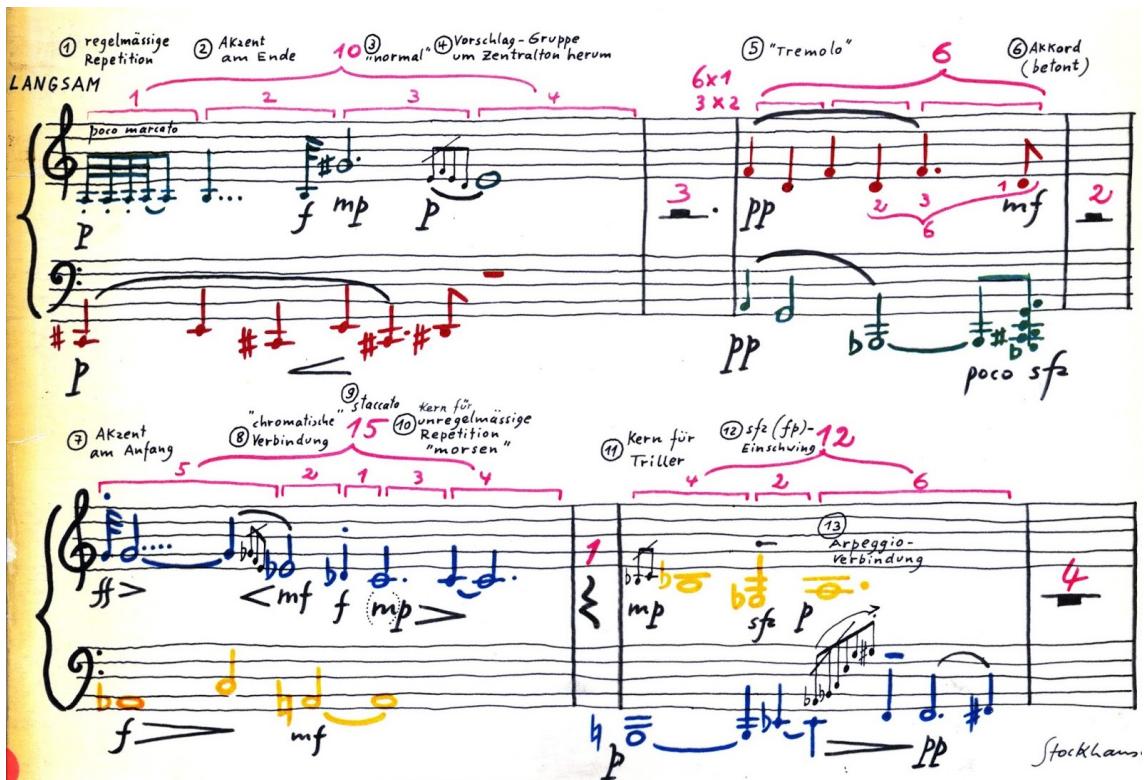


Figura 5: La formula di Mantra

Soffrendoci su una brevissima descrizione della *formula* di MANTRA si possono ricavare le informazioni utili a continuare le indagini sull'aspetto elettronico del brano.¹

La formula inizia alla terza battuta del pianoforte I e racchiude il seme che poi porterà allo sviluppo di tutta la composizione. In figura 5 si vedono 13 numeri cerchiati sopra a figure musicali specifiche: sono le caratteristiche che avranno le 13 regioni in cui è suddiviso Mantra: ogni regione ha una nota caratteristica e una figurazione ritmico-espressiva

¹Si lascia un'analisi approfondita per dei progetti futuri.

propria. Queste regioni sono riassunte in tabella 2.1. Saranno i cimbali a dare i segnali di cambio sezione in relazione alla struttura formale Mantra.

In ogni regione sarà presente il mantra in tutte le sue 12 forme, in cui viene variato ad esempio con trasposizioni o dilatazioni temporali, fino ad arrivare a contare un totale di 156 mantra. Le battute di inizio di ogni mantra sono segnate nella tabella 2.2.

Andamento musicale		Battuta iniziale	Nota di partenza
I	Ripetizione regolare	12	La
II	Accento alla fine	61	Si
III	<i>Normale</i>	89	Sol#
IV	gruppetti e acciacature attorno ad un tono centrale	125	Mi
V	Tremolo	205	Fa
VI	Accordo (accentato)	282	Re
VII	Accento all'inizio	445	Sol#
VIII	Connessione cromatica	488	Mib
IX	Staccato	538	Reb
X	Ripetizioni irregolari (Codice Morse)	587	Do
XI	Trilli	611	Sib
XII	Accento <i>Sforzando</i>	641	Solb
XIII	Arpeggio come connessione	673	La

Tabella 2.1: MANTRA è formato da 13 grandi sezioni derivanti dalle 13 note della formula. Ogni sezione tratta un particolare andamento musicale, anch'esso derivato dal mantra.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1	12	61	89	125	205	282	446	488	540	587	611	641	673
2	56	85	122	198	276	318	486	535	538	609	630	671	871
3	12	61	102	125	209	286	447	492	582	590	612	661	676
4	53	83	121	195	268	318	478	530	570	608	628	668	868
5	46	81	114	192	262	312	450	526	567	594	626	665	865
6	26	75	91	146	257	311	454	525	563	603	620	634	855
7	29	79	110	189	262	300	452	508	556	607	624	665	862
8	19	71	97	128	245	296	472	496	544	599	616	656	681
9	22	73	100	201	280	304	466	502	540	609	618	659	685
10	59	87	124	132	246	325	458	537	586	610	632	672	872
11	30	77	105	152	259	308	486	521	548	603	622	663	858
12	13	69	92	127	212	292	448	493	562	592	614	651	679

Tabella 2.2: Battuta di inizio dei 156 (13x12) *mantra*. La riga con le cifre romane indica le tredici sezioni mentre la prima colonna numera le dodici ripetizioni espanso o compresse. Da questa visualizzazione si possono notare alcune particolari condizioni come per esempio la partenza delle espansioni **I.1** e **I.3** alla stessa battuta. (da Richard Toop, *Six Lectures from the Stockhausen Kürten Kurse 2002*)

L'elettronica

Peculiarità della musica di Stockhausen è la perfetta integrazione e unione tra parte strumentale e parte elettronica, in cui diventano tutt'uno e MANTRA ne è un'importante esempio. Gli elementi elettronici usanti sono:

- la modulazione ad anello (capitolo 4);
- le onde corte (paragrafo §3-3.2);
- microfonazione e diffusione (paragrafo §3-3.3);

L'utilizzo musicale della modulazione ad anello e l'uso frequente delle onde corte (all'epoca ricreate con dispositivi radiofonici appositi) nelle composizioni di Stockhausen evidenziano quanto la vita radiofonica fosse una parte caratterizzante dell'epoca, sia per la vita comune, ma soprattutto per i compositori. Nella vita di Stockhausen di parla di una presenza sia comune (da una radio sentita a casa o in macchina) che proprio lavorativa (le sperimentazioni nei laboratori della WDR - *Westdeutscher Rundfunk Köln*) .

3.1 L'elaborazione dal vivo di Stockhausen

Fatta eccezione dell'amplificazione (e conseguente spazializzazione) sempre presente nelle sue partiture, MANTRA è uno dei pochissimi brani con elaborazione del suono dal vivo, l'unico per pianoforte. L'elenco dei queste composizioni è nella tabella 3.1.

In particolare, dopo Mantra, bisognerà aspettare il 2002 perché torni ad usare la modulazione ad anello in un brano con live electronics: si tratta di *LICHT- BILDER (3^a scena di SONNTAG da LICHT)*, in cui vengono modulati il suono della tromba e del flauto.

MIKROPHONIE I	1964 with tam-tam, 2 microphones, 2 filters with potentiometers (6 players)
MIXTUR	1964 for orchestra 4 sine-wave generators and 4 ring modulators (cond.) / sound proj.
MIKROPHONIE II	1965 for 12 singers, Hammond organ or synthesizer, 4 ring modulators, tape, (cond., timer) / sound proj.
SOLO	1965 – 66 for melody instrument with feedback / sound proj.
PROZESION	1967 for tam-tam, viola, electronium or synthesizer, piano, microphonist, filterer and level controller (6 players)
KURZWELLEN	1968 for piano with short-wave receiver, electronium or synthesizer with short-wave receiver, tam-tam with short-wave receiver [2 players], elec. viola with short-wave receiver, sound proj. with 2 filters and 4 faders
MANTRA	1970 for 2 pianists with wood blocks and antique cymbals, sine-wave generators and ring modulators / sound proj.
LICHT- BILDER (3 ^a scena di SONNTAG da LICHT)	2002 for basset-horn, flute with ring-modulation, tenor, trumpet with ring-modulation, synthesizer / sound proj.
MIXTUR	2003 for 5 instrumental groups, 4 sine-wave generator players, 4 sound mixers with 4 ring modulators (cond.) / sound proj.

Tabella 3.1: Brani live electronics

3.2 Le onde corte

Gestite dal pianista I, le onde corte sono presenti per 30 battute: iniziano a battuta 582, c'è un crescendo a battuta 586 e sfumano a battuta 611. Dalla tabella 2.2 si vede come ognuna di queste battute è anche l'inizio di tre *mantra*, e coprono l'intera sezione **X**, cioè quella sezione di *Ripetizioni irregolari* che lui definisce come *Codice Morse*.

Non ci sono documentazioni sulla scelta, e ai corsi non è stata raccontata. Si potrebbe parlare della sezione in cui sono presenti tutti i modi di comunicazione via-etero: il codice Morse, la modulazione d'ampiezza e ora anche le onde corte. E se ne potrebbe dare anche un significato di ascesa: prima di entrare nell'ultima parte del brano si arriva con i mantra ad un innalzamento indicato con le onde corte.

Nelle prime esecuzioni "analogiche" veniva posto alla destra del pianista I un dispositivo radiofonico che veniva riprodotto amplificato da un altoparlante apposito. Già nell'esecuzione al *Shiraz Arts Festival* (Iran) del 1972 la radio veniva sostituita da un nastro mandato dalla regia.

Nelle versioni attuali digitali il pianista trova già sul modulatore la possibilità di accendere le onde corte e gestirne il volume dall'oggetto fornito per la modulazione (nella fig.2 si vede il fader adibito alla variazione di volume delle onde corte). Un'altra possibilità è di riprodurre le onde corte dal mixer di sala, in modo che se ne occupi direttamente il regista del suono. In qualunque caso, e con qualunque forma di diffusione, è necessaria localizzazione di questi suoni a destra, quindi coerentemente con la posizione del pianista I.

Nella tabella 4.1 è presente un elenco di tutte le composizioni di Stockhausen in cui vengono utilizzate le onde corte.

KURZWELLEN	1968
	for piano with short-wave receiver, electronium or synthesizer
	with short-wave receiver, tam-tam
	with short-wave receiver [2 players], elec. viola with short-wave receiver, sound proj. with 2 filters and 4 faders
SPIRAL	1968
	for a soloist
	with short-wave receiver / sound proj.
POLE / EXPO	1969 – 70
	<i>POLE</i> for 2 players / singers with 2 short-wave receivers / sound proj.
	<i>EXPO</i> for 3 players / singers with 3 short-wave receivers / sound proj.
MANTRA	1970
	for 2 pianists with wood blocks and antique cymbals, sine-wave generators and ring modulators / sound proj.
MICHAELION (4 ^a scena di MITTWOCH da LICHT)	1997
	PRESIDENCY – LUCICAMEL – OPERATOR for choir / bass with short-wave receiver / flute, basset-horn, trumpet, trombone / a synthesizer player, tape / 2 dancers / sound proj.

Tabella 3.2: Brani con ricevitore di onde corte

3.3 Microfonazione e diffusione

La partitura di MANTRA ancora non ha la descrizione precisa della posizione e uso dei microfoni come avverrà nei brani successivi. Questo crea molta ambiguità: usualmente sono posti un microfono verso i bassi e uno verso gli acuti, che mandano il segnale ai filtri e a un compressore prima di arrivare al modulatore. Spesso si utilizza un terzo microfono a pianoforte, a seconda delle esigenze. Delle volte è

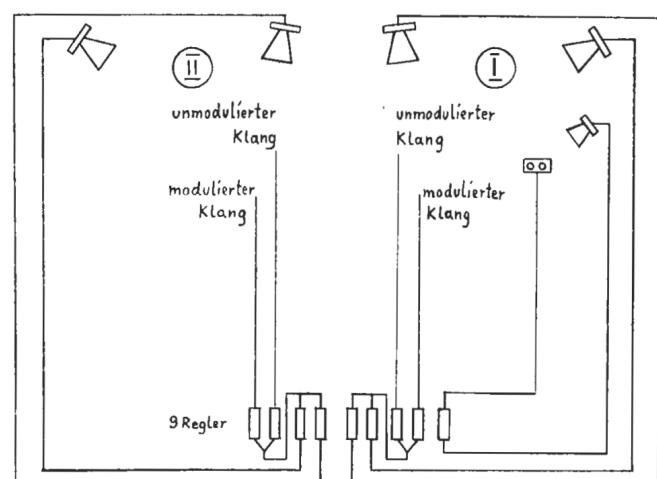


Figura 6: Schema a blocchi presente in partitura.

messo per avere un rafforzamento del suono non modulato, altre per prendere il segnale dei crotali. Come visto nel paragrafo §3-3.2 le onde corte hanno la propria indipendenza.

I diffusori sono 4 devono essere posti dietro i pianoforti, in modo che il suono provenga dalla stessa direzione del suono non amplificato del pianoforte. Per evitare il feedback richiede esplicitamente un'altezza minima di 4 metri, direzionati come mostrato in figura 6. Dalla coppia di diffusori a destra verrà emessa la somma del pianoforte I amplificato e sempre del pianoforte I modulato. Stessa cosa a sinistra per il pianoforte II.

La modulazione ad anello

La prima applicazione della modulazione ad anello di Stockhausen è per GESANG DER JÜNGLINGE (1956). L'ispirazione del suo utilizzo in MANTRA avviene dopo aver lavorato a KURZWELLEN (1968), in cui estratti pianistici scritti da Beethoven vengono modulati.

Per MANTRA Stockhausen fece dei tentativi di modulazione d'ampiezza con onde triangolari e quadre, tornando poi all'onda sinusoidale come scelta definitiva che gli permise di lavorare in maniera precisa sui rapporti armonici per la costruzione di un timbro preciso.

Timbre is part of the composition: you cannot separate harmony from timbre.

K. Stockhausen,

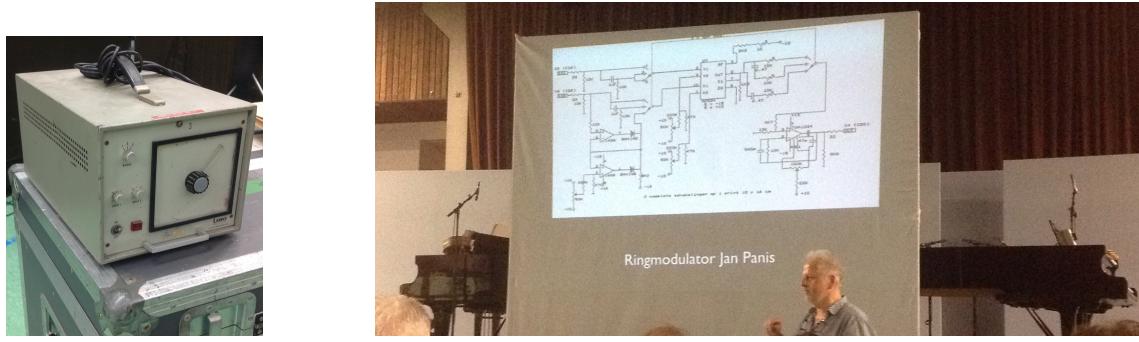
British Lectures presso l'Imperial College di London

(1973)

4.1 Il modulatore

Con MIXTUR (1964) inizia anche la progettazione del modulatore stesso: con l'aiuto dell'ingegnere Jan Panis, dopo diversi prototipi e vari tentativi con le industrie tecniche del centro Europa, la LAWO produce il MODUL 69 B.¹

¹Il modello definitivo del modulatore sarebbe stato il *Klangwardler 934*, ultimato nel 1974 presso la *Leonhard Technologies*, ma mai sviluppato per problemi economici.



(a) LAWO - MODUL 69 B

(b) Schema del modulatore LAWO - MODUL 69 B

Figura 7: Workshop di Jan Panis sul modulatore di MANTRA presso i Kürten Kurse 2017.

Al modulatore arriva il segnale da due microfoni (vedi paragrafo §3-3.3) già filtrato e compresso. Ogni pianista ha il proprio modulatore, con segnate le frequenze indicate con le cifre presenti in partitura, variabili da un pomello. Oltre a quelle della *formula*, sui modulatori sono presenti anche le seguenti frequenze:

pianoforte I: LA₄ a 880 Hz e LA₅ a 1760 Hz;

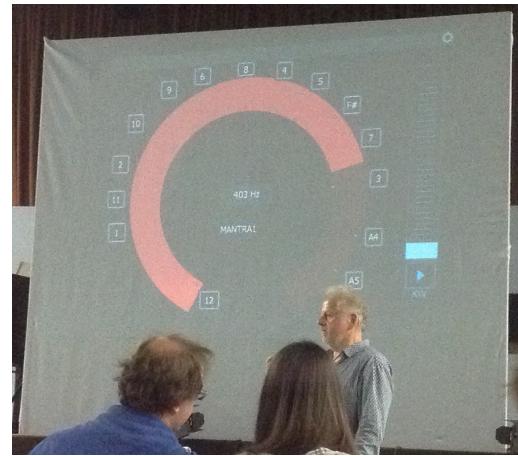
pianoforte II: basse frequenze a 2Hz, 3 Hz, 7 Hz e 10 Hz, LA₄ a 880 Hz e LA₅ a 1760 Hz.

Sul modulatore c'è uno switch che permette di cambiare il range dalle frequenze medie a quelle basse mantenendo lo stesso controllo.

4.2 Intervalli frequenziali

L'intera composizione sarà modulata con tutte le 13 note della *formula*, creando 13 sezioni. La tredicesima nota coincide con la prima: entrambe le parti iniziano e finiscono con il modulatore con onda sinusoidale a 220 Hz. La successione delle frequenze della *formula* è rispettata per il pianoforte I, mentre il pianoforte II porta l'inverso della *formula*: questa successione viene chiamata quindi *the mirrored Mantra*.

Stockhausen si basa sulle proporzioni del sistema temperato per trovare le consonanze e dissonanze create dalla modulazione; più la nota suonata è lontana dalla frequenza di modulazione e più si percepisce uno strumento diverso: cambia il timbro creato da nuove relazioni armoniche.



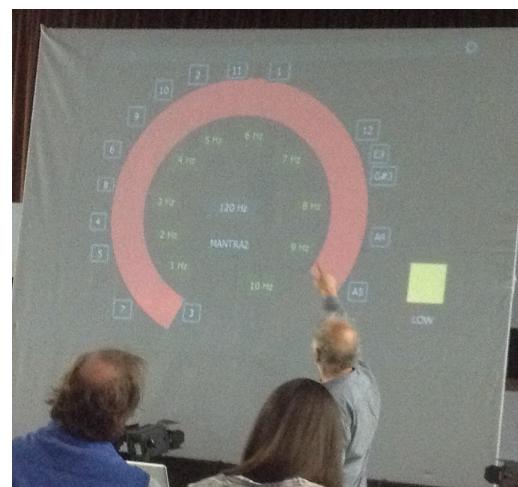
(a) Modulatore usato dal pianista I.

(b) Patch di Max MSP collegata al modulatore I.



(c) Altezze delle onde del modulatore prese dalla partitura (pf I).

Figura 8: Modulatore costruito per il pianoforte I da Jan Panis per l'esecuzione attuale di Mantra. Pianista: Sepp Grotenhuis. (Kürten Kurse 2017)



(a) Modulatore usato dal pianista II.

(b) Patch di Max MSP collegata al modulatore II.



(c) Altezze delle onde del modulatore prese dalla partitura (pf II).

Figura 9: Modulatore costruito per il pianoforte II da Jan Panis per l'esecuzione attuale di Mantra. Pianista: Ellen Corver. (Kürten Kurse 2017)

Prendendo ad esempio la prima onda a 220 Hz, il rapporto con i gradi successivi del LA₄ di un pianoforte, presi da Stockhausen con i rapporti della scala pitagorica, crea le esaltazioni e inserimento delle seguenti frequenze:

$$f_{pf} - f_{mod}$$

$$f_{pf} + f_{mod}$$

unisono

rapporto 1 : 1

$$220\text{Hz} - 220\text{Hz} = 0\text{Hz} \quad \text{annullamento del fondamentale}$$

$$220\text{Hz} + 220\text{Hz} = 440\text{Hz} \quad \text{enfasi del 2° armonico}$$

intervallo di 8^a

rapporto 2 : 1

$$220\text{Hz} * 2 = 440\text{Hz}$$

$$440\text{Hz} - 220\text{Hz} = 220\text{Hz} \quad \text{fondamentale}$$

$$440\text{Hz} + 220\text{Hz} = 660\text{Hz} \quad \text{enfasi del 3° armonico}$$

intervallo di 5^a

rapporto 3 : 2

$$\frac{220\text{Hz}}{2} * 3 = 330\text{Hz}$$

$$330\text{Hz} - 220\text{Hz} = 110\text{Hz} \quad \text{nuovo armonico inferiore}$$

$$330\text{Hz} + 220\text{Hz} = 550\text{Hz} \quad \text{5° armonico del subtone}$$

Riassunto degli intervalli

intervallo	rapporto	f_{ris}	$f_{mod} - f_{ris}$	$f_{mod} + f_{ris}$
5 ^a	3 : 2	330	110	550
4 ^a	4 : 3	293,33	73,33	513,33
3 ^a mag	81 : 64	278,44	58,44	498,44
6 ^a min	5 : 4	275,00	55,00	495,00
3 ^a min	6 : 5	264,00	44,00	484,00
6 ^a mag	27 : 16	371,25	151,25	591,25
2 ^a mag, 7 ^a min	9 : 8	247,50	27,50	467,50
2 ^a min, 7 ^a mag	243 : 128	417,66	197,66	637,66

Tabella 4.1: Rapporti frequenziali usati da Stockhausen (con la scala pitagorica) per confrontare il rapporto tra le note suonate dal pianoforte rispetto alla frequenza della modulazione. Le frequenze sono in Hz.

4.3 Le variazioni di modulazione

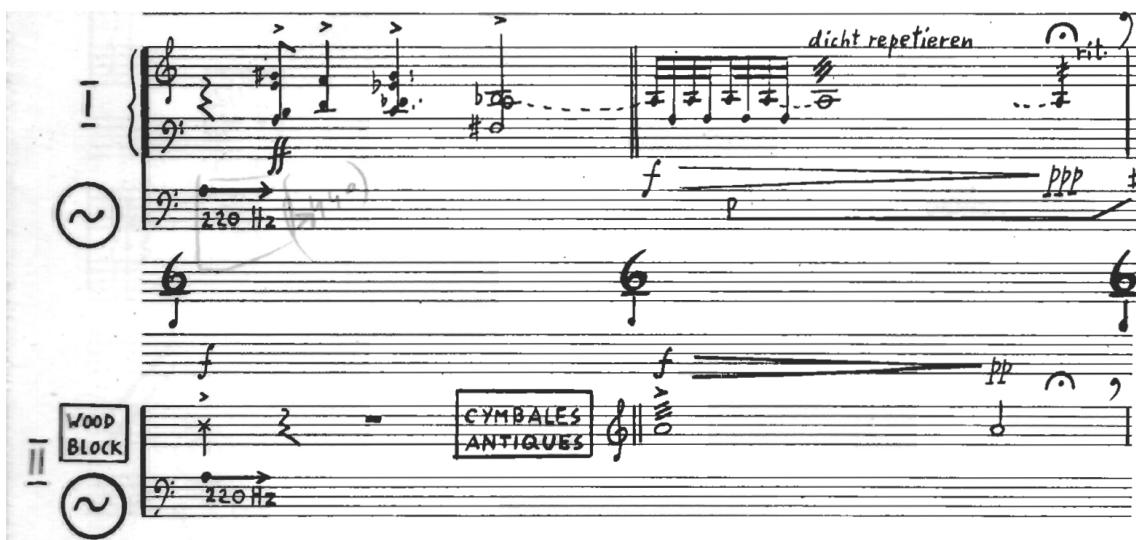


Figura 10: Inizio della partitura di Mantra in cui sono segnati tutti gli strumenti e la frequenza iniziale dell'oscillatore.

Con le successioni della frequenza degli oscillatori si creano altre 13x2 sezioni (una per pianoforte) suddivise nell'ordine come appare nelle serie rappresentate nelle figure 8c e 9c.

Confrontando i momenti in cui ci sono i cambiamenti, solo alcune sezioni coincidono con i *mantra* segnati nella tabella 2.2. Nell'elenco successivo sono segnati con un asterisco quelli che coincidono con delle ripetizioni, e con due quelli che coincidono con l'inizio della macro-sezione.

battuta	oscillatore I	oscillatore II
1	La ₂	
31	oscilla (pf ha Sol ₃ ribattuto)	
38	torna fisso	
50		oscilla (pf ha Do ₃ ribattuto)
55		torna fisso
57		oscilla (pf ha Sib ₂ e Solb ₂ ribattuti)
58		torna fisso (ultimi 2/4)
64	glissando al Si ₂	
66		glissando al Sol ₂ (fino a b.67)
93	glissando al Sol# ₃ (fino a 94)	
96		glissando al Sib ₁ (fino a 97)
97	Sol ₃ (ultimi 3/4)*	
100	possibilità di passare già al Sol# ₃	
106	di nuovo al Sol# ₃	
110-111	glissato all'onda più acuta possibile e ritorno*	
121	passaggio al Mi ₃ *	
122	oscillazioni tra Sol# ₃ e Mi ₃ (ogni 1/4)*	
124	ritorno al Sol# ₃ *	
131		oscillazioni tra 5 Hz e 7 Hz
132	glissando al Mi ₃	
151		Sol# ₃
176		passaggio al Mi ₃
186		discesa al Re ₂
187	inizio glissato al Sol# ₃	oscillazioni intorno al Re ₂ (pf ha Mi ₃)
188	mantenimento del Sol# ₃ nell'ultimo 1/4	ritorno al Re ₂ stabile nell'ultimo 1/4
189	passaggio al Mi ₃	
201	glissato al Fa ₃ *	
216		passaggio a Do# ₁
282		passaggio a Mi ₂ **
284	oscillazione tra Fa ₃ e Re ₃	
285	glissato a Re ₃ e ritorno al Fa ₃	
287	ritorno al Re ₃	
421	salto a La ₄	salto a La ₅
	glissando per tutto il range freq. fino a La ₄	glissando per tutto il range freq. fino a La ₅
433	ritorno a Re ₃ che oscilla	ritorno a Mi ₂ a fine battuta
438		glissato a Si ₁
447-448	glissato a Sol ₃ *	
491	passaggio a Mib ₃	passaggio a Mib ₂
526-527		glissato a Fa ₂ , mentre pf tacet*
536	glissato a Reb ₃	
577	glissato a Do ₃	
580		glissato al Solb ₂
609		passaggio da Solb ₂ a Lab ₂ (ultimo 1/8 di 608)*
610	passaggio da Do ₃ a Sib ₂ *	
639		passaggio a Do ₃ (fine battuta)
641	glissati alle alte frequenze**	
654	discesa a Fa# ₂	
672	ritorno a La ₂ *	
687		ritorno a Fa ₂

Tabella 4.2: Battute in cui sono presenti le variazioni di frequenza degli oscillatori. * battute coincidenti con le battute delle ripetizioni dei *mantra*; ** battute coincidenti con le battute di inizio delle macro-sezioni (vedi tabella 2.2). I riferimenti ai pianoforti (pf) sono relativi al pianoforte dell'oscillatore indicato.

5

Conclusioni

Mantra presenta un livello di costruzione formale e strutturazione tale da permettere approfondimenti ulteriori sugli aspetti competitivi quanto delle relazioni timbriche con l'elettronica. Ad esempio: cosa succede "in aria", dopo la trasmissione di suono diretto, e modulato di entrambi i pianoforti? come continua l'interazione tra tutti questi elementi al di fuori degli strumenti?

In questo ambito sono state poste delle considerazioni di carattere generale che possono portare ad approfondimenti tecnici, teorici e addirittura filosofici.

Un'ora di musica che contiene un universo.

Bibliografia

- [Brü08] Ludger Brümmer. "Stockhausen on Electronics, 2004". In: *Computer Music Journal* 32.4 (2008), pp. 10–16. DOI: [10.1162/comj.2008.32.4.10](https://doi.org/10.1162/comj.2008.32.4.10).
- [Har75] J. Harvey. *The Music of Stockhausen: An Introduction*. University of California Press, 1975.
- [Kel75] John Kelsall. *Compositional techniques in the music of Stockhausen (1951-1970)*. University of Glasgow, 1975.
- [Mac09] Robin Maconie. *Introducing MANTRA*. Wellington, 2009.
- [Nor17] Ingvar Loco. n.d. Nordin. "Stockhausen Edition no. 16 (Mantra)" (review of the Kontarsky recording). Accessed November 2017.
- [SK96] Karlheinz Stockhausen e Jerome Kohl. "Electroacoustic Performance Practice". In: *Perspectives of New Music* 34.1 (1996), pp. 74–105.
- [Sto17a] unnamed authors. Stockhausen Karlheinz. *Sound Projection Course - Basics*. Kürten: Stockhausen Verlag, 2017.
- [Sto17b] unnamed authors Stockhausen Karlheinz. *Stockhausen-Verlag Catalogue*. Kürten: Stockhausen Verlag, 2017.
- [Sto73] Karlheinz Stockhausen. *Lecture 7 of British Lectures*. Imperial College in London, 1973.
- [Too05] Richard Toop. *Six lectures from the Stockhausen Courses Kürten 2002*. Kürten: Stockhausen Verlag, 2005.