MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959

https://www.nucleodoconhecimento.com.br

DIE MATHEMATISCHE STRUKTUR DER MUSIK

ORIGINALER ARTIKEL

VIANA, Arnóbio Araújo[1]

VIANA, Arnóbio Araújo. **Die mathematische Struktur der Musik.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Jahr. 07, Hrsg. 08, Bd. 02, p. 196-220. August 2022. ISSN: 2448-0959, Zugangslink: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

ZUSAMMENFASSUNG

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass musikalische Komposition eine solide mathematische Struktur ist, demonstriert dieser Artikel die Entwicklung der mathematischen Struktur der Musik, wobei eine verständlichere Klangsprache verbreitet und an die aktuelle Technologie wissenschaftlicher Studien im Zusammenhang mit der Musikwissenschaft angepasst wird. Daher war das Ziel dieser Forschung, eine algebraische Sprache zu entwickeln, um Musik mathematisch zu strukturieren, indem nur Buchstaben, Zahlen und Symbole verwendet werden, um die Klänge von Musiknoten auf alphanumerische Weise zu schreiben, die ihre wichtigsten Klangeigenschaften darstellen, wie z. B.: Frequenz (f) , Amplitude (a) und Zeitdauer (t), in einem einzigen Ausdruck $x=aft$, um eine Schallwelle zu identifizieren. Die entwickelte Sprache ermöglicht eine Rechtschreibung mit einfachem Lesen und ermöglicht das Studium musikalischer Phänomene im Allgemeinen auf einer Plattform mit grafischen Darstellungen im kartesischen Koordinatensystem der Strukturen der melodischen Gruppierungen, mit den musikalischen Noten in Melodie und den harmonischen Gruppen mit den Noten in Harmonie und fördert so die mathematische Struktur der Musik.

Schlüsselwörter: Musikalische Zelle, Melodie, Harmonie, Rhythmus.

1. EINLEITUNG

Diese Forschung wurde durch die Entwicklung der Harmonisierungs- oder H-Operationen und ihrer inversen Melodyierung oder M ermöglicht, die im Artikel „die Harmonisierungsoperation (H) und ihre inverse Melodieoperation (M)“ (VIANA, 2022) beschrieben wurde.

In dem vorgenannten Artikel wird definiert, dass die Operation H (\) zwischen Schallwellen von Musiknoten eine harmonische Gruppierung bildet, deren Harmonie (h) der Klangeffekt des Ergebnisses einer Kombination zwischen ihnen ist $(h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$. In diesem Fall sind diese Wellen gleichzeitig in der Raumzeit miteinander verbunden, dh ihre Anfangszeiten sind gleich und ihre Endzeiten sind ebenfalls gleich. Diese Wellen gleicher Musiknoten bilden eine harmonische Gruppierung eines einzelnen Klangs oder einer Unisono-Harmonie $(h=x\backslash x\backslash x=X)$ (VIANA, 2022).

Seine umgekehrte Operation M (\) wird zwischen Schallwellen von Musiknoten definiert, die eine melodische Gruppierung bilden, deren Melodie der Klangeffekt des Ergebnisses der Anordnung zwischen ihnen ist$(m=x/y/z=xyz)$.In diesem Fall sind diese Wellen in der Raumzeit kontinuierlich miteinander verbunden, das heißt, die Endzeit einer Welle ist gleich der Anfangszeit der nächsten Welle und so weiter, wobei Wellen gleicher Musiknoten eine melodische Gruppierung wiederholter Klänge bilden $(m=x/x/x=xxx)$. Auf diese Weise bilden die in der Raumzeit gebildeten und organisierten musikalischen Gruppen eine musikalische Komposition, die aus Melodie, Harmonie und Rhythmus besteht (VIANA, 2022).

Daher war das Ziel dieser Forschung, eine algebraische Sprache zu entwickeln, um Musik mathematisch zu strukturieren, indem nur Buchstaben, Zahlen und Symbole verwendet werden, um die Klänge von Musiknoten auf alphanumerische Weise zu schreiben, die ihre wichtigsten Klangeigenschaften darstellen, wie z. B.:

Frequenz (f) , Amplitude (a) und Zeitdauer (t), in einem einzigen Ausdruck $x=aft$ eine Schallwelle zu identifizieren.

2. DARSTELLUNG EINER MUSIKALISCHEN NOTE

Um den Klang einer Musiknote in dieser Forschung algebraisch darzustellen, sind drei grundlegende Eigenschaften notwendig: die Klangfrequenz (f); die Amplitude (a); und die Zeitdauer (t), die den Ausdruck bilden “$x=aft$”, in dieser Studie die Musikalische Zelle genannt.

Diese Nomenklatur wurde gegeben, weil sie jede Ton- oder Nicht-Ton-Welle oder sogar jedes Attribut darstellt, das die Struktur eines Liedes ausmacht, wobei die Musiknote die wichtigste Klangzelle der Musik ist und die musikalische Pause die wichtigste Nicht-Ton-Welle. Schallzelle für die Musik Musik, die als stille oder geräuschlose Musiknote betrachtet wird, bei der die Frequenz der Amplitude Null ist $(\&=0ft)$ wird durch eine negierte Null dargestellt $(0f=\emptyset)$ als deine Chiffre $(\&=\emptyset t)$ in dieser musikalischen algebraischen Sprache.

2.1 DARSTELLUNG DER MUSIKALISCHEN FREQUENZ

Die Frequenz (f) ist im Allgemeinen das wichtigste Merkmal jeder Schwingung und wird durch ein Erdbeben in jedem Medium verursacht, das eine Reihe von Frequenzen erzeugt. Wenn in Operation H natürlich zwischen ihnen eine Harmonie gebildet wird, die die resultierende Frequenz dieses Schüttelns bestimmt $(f=f_0\backslash f_1\backslash f_2\backslash...\backslash f_n=F_0F_1F_2...F_n)$. Außerdem der mit dem leisesten Ton oder der geringsten Schwingung dazwischen $(F_0<F_1<F_2<...<F_n)$, ist die wichtigste von allen, die Grundfrequenz genannt wird (F_0), ist das Merkmal, das für den Ton verantwortlich ist, den wir hören, und der es uns ermöglicht, einen tiefen oder niederfrequenten Ton von einem hohen oder hochfrequenten Ton zu unterscheiden.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

Derzeit im Bereich Musik vertreten, basierend auf der Arbeit von Guest (2020, p. 33 a 41), nach den ersten sieben Buchstaben des lateinischen Alphabets A, B, C, D, E, F und G, Chiffren genannt, die jeweils die Musiknoten darstellen Lá, Si, Dó, Ré, Mi, Fá und Sol, wobei sie in Großbuchstaben die Harmonien von Instrumentalbegleitungen oder musikalischen Akkorden angeben, die in dieser Studie auch die in Harmonie gruppierten Musiknoten darstellen, die das Ergebnis der Operation sind "H" zwischen ihnen $(h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$. Die Kleinbuchstaben stellen die in Melodie gruppierten Musiknoten dar, ein Ergebnis der Operation "M" zwischen ihnen $(m=x/y/z=xyz)$.

Die achte Note des oben erwähnten Alphabets ist die Wiederholung der ersten Note $(A, B, C, D, E, F, G, A^2)$, doppelt so oft, gekennzeichnet durch einen numerischen Index zwei auf der oberen Seite seiner Chiffre (A^2)und, wenn dieser Index unten positioniert wäre (A^2), Diese Note würde die tiefe Oktave genannt werden, wobei ihre Frequenz auf halber Höhe der ersten Note liegt, was bedeutet, dass ihre Frequenzen abnehmen $(A, G, F, E, D, C, B, A_2)$.

Daher kann eine Musiknotenskala in Oktave in Klammern mit ihrem indikativen Index oben dargestellt werden $(abcdefg(abcdefg)^2...)^n$oder niedrige Oktave mit dem indikativen Index darunter $(agfedcb(agfedcb)_2...)_n$.

Unter den acht Hauptmusiknoten $(abcdefga^2)$, Es gibt jedoch fünf weitere Zwischennoten, die derzeit mit dem Kreuzsymbol dargestellt werden $(\#)$neben seiner Chiffre in zunehmendem Maße in Lá $(aa^{\#}bcc^{\#}dd^{\#}eff^{\#}gg^{\#}a^2)$, getrennt durch Frequenzräume, die als Halbton bezeichnet werden (δ).

In dieser Studie wird jedoch das Wort „Sharp" durch den Buchstaben ersetzt "u" und dein Zeichen $(\#)$durch einen Schrägstrich über der Chiffre $(x^{\#}=\bar{x})$, um einen einsilbigen oder einsilbigen Namen bereitzustellen, der von jedem beim Solfeggio-

Studium dieser Musiknoten gesungen werden kann. Somit ist die Musiknote LÁ scharf $(a^{\#})$ist auch der Hinweis Lau $(\bar{a})$, Dó scharf $(c^{\#})$die Musiknote Dou $(\bar{c})$, Ré scharf $(d^{\#})$die Musiknote Reu $(\bar{d})$, Fá scharf $(f^{\#})$die Musiknote Fau $(\bar{f})$und Sol scharf $(g^{\#})$die Musiknote Sou $(\bar{g})$.

Aber auch zwischen den dreizehn Noten der sichelförmigen Halbtonskala sind zwölf Musiknoten dazwischen Lá $(a\bar{a}bc\bar{c}d\bar{d}ef\bar{f}g\bar{g}a^{2})$, getrennt durch Frequenzräume, die Mikrotom genannt werden (μ), normalerweise von Musikern des östlichen Kontinents verwendet, die in dieser Studie ihre Namen mit ihren Zahlen präsentieren, entstanden mit dem ersten Buchstaben der Note vor ihrer Position in der aufsteigenden Tonleiter Lá $(ax_1\bar{a}x_2bx_3cx_4\bar{c}x_5dx_6\bar{d}x_7ex_8fx_9\bar{f}x_{10}gx_{11}\bar{g}x_{12}a^{2})$, mit einem Vokal verbunden (a, e, i, o, u), ausgenommen diejenigen, die die Namen vorhandener Noten wiederholen.

Zum Beispiel die erste Mikrotonnote “x_1” zwischen den Noten Lá und Lau $(ax_1\bar{a})$, deinen Namen haben “Lé”, mit dem Buchstaben gebildet L der Notiz Lá (a), plus Vokal “e” der Folge “a, (e), i, o, u”, ohne den Vokal “a” der Notiz Lá und Ihre Nummer ist die gleiche wie die Notiz Lá (a), aber in Großbuchstaben (A) wenn in der Melodie, sowie der Name der nächsten Mikrotonnote “x_2” zwischen den Noten Lau und Si $(\bar{a}x_2b)$, deinen Namen haben “Li”, mit dem Buchstaben gebildet L der Notiz Lau $(\bar{a})$, plus Vokal “i” der Folge “a, e, (i), o, u”, ausgenommen die Vokale “a” und “e” der Noten Lá und Lé, seine Nummer ist die gleiche wie die Note Lau $(\bar{a})$, aber in Großbuchstaben $(\bar{A})$und, der Name der zwölften Musiknote (x_{12})zwischen der Note Sou und Lá Oktave $(\bar{g}x_{12}a^{2})$, es ist “Só” $(\bar{G})$, durch den Buchstaben gebildet “S” in Sou und “o” aus der Vokalfolge “a, e, i, (o), u”, ausgenommen die Vokale “a” vorhanden in Sá, “e” vorhanden in Sé, “i” vorhanden in Si, Vokal verlassen “o”. Ihre Nummer ist die gleiche wie die Notiz Sou $(\bar{g})$, aber in

Großbuchstaben $(\bar{G})$. So wurden die Musiknoten Mikrotöne genannt, unterhalb der Halbtonskala und der Mikrotonskala hinein Lá.

Halbton-Tonleiter in Lá

Lá Lau Si Dó Dou Ré Reu Mi Fá Fau Sol Sou Lá2

A	$\bar{A}$	B	C	$\bar{C}$	D	$\bar{D}$	E	F	$\bar{F}$	G	$\bar{G}$	A^2
a	$\bar{a}$	b	c	$\bar{c}$	d	$\bar{d}$	e	f	$\bar{f}$	g	$\bar{g}$	a^2

Mikroton-Tonleiter in Lá

Lá Lé Lau Li Si Sá Dó Dá Dou Dé Ré Rá Reu Ri Mi Má

a A $\bar{a}$ $\bar{A}$ b B c C $\bar{c}$ $\bar{C}$ d D $\bar{d}$ $\bar{D}$ e E

Fá Fé Fau Fi Sol Sé Sou Só Lá²

f F $\bar{f}$ $\bar{F}$ g G $\bar{g}$ $\bar{G}$ a^2

2.2 TON (τ), HALBTON (δ) UND MIKROTON (μ)

Was auch immer die Tonleiter ist, ihre Musiknoten sind in der Melodie durch Zwischenräume von Frequenzintervallen getrennt $(x/i_f/y)$, die drei Messungen bei unterschiedlichen Frequenzen darstellen kann, genannt Ton (τ), Halbton (δ)e Mikroton (μ), ist der Halbton, der durch seine Skala von dreizehn Musiknoten bestimmt wird $(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7 a_8 a_9 a_{10} a_{11} a_{12} a_{13})$, das ist eine Reihe einer GP oder Geometrischen Progression, (SILVA, s.d.).

In diesem Fall ein musikalischer GP (MGP), bei dem die dreizehnte Note doppelt so groß ist wie die erste $(a_{13}=2a_1)$. Daher kann man die N-te Term-Formel von a anwenden GP $(a_n=a_{n-1}.q)$und berechnen Sie Ihren Grund $(q=\sqrt[n-1]{a_n : a_1})$, wo

$a_n = a_{13}$ und $n = 13$, was zu einem Intervall von einem Halbton führt $(\delta = \sqrt[13-1]{a_{13} : a_1} = \sqrt[12]{2a_1 : a_1} = \sqrt[12]{2} = 1{,}059...)$, Ton wird durch die quadratische Potenz eines Halbtons berechnet $(\tau = \delta^2 = (1{,}059...)^2 = 1{,}122...)$ und der durch die Quadratwurzel eines Halbtons berechnete Mikroton $(\mu = \sqrt{\delta} = \sqrt{1{,}059\ ...} = 1{,}029...)$.

Diese Werte können auch durch die allgemeine Formel der Frequenzintervalle bestimmt werden $(q = \sqrt[12]{2^n})$ wobei "n" gleich eins ist $(n = 1)$ ergibt das Intervall eines Halbtons $\delta = \sqrt[12]{2^1} = 1{,}059...$ "n" gleich zwei $(n = 2)$ ergibt den Tonumfang $(\tau = \sqrt[12]{2^2} = 1{,}122...)$ "n" gleich der Hälfte $(n = \frac{1}{2})$ ergibt sich im Bereich eines Mikrotons $(\mu = \sqrt[12]{2^{1:2}} = 1{,}029...)$ Auf diese Weise lässt sich die Frequenz einer Musiknote über die Formel des Oberbegriffs von a berechnen GP $(a_n = a_1 . q^{n-1})$ wo der erste Begriff (a_1) ist die Standardgrundfrequenz der Musiknote Lá $(a_1 = f_a = 27{,}5Hz)$ und der zweite Begriff $(n = 2)$ ist die Frequenz der nächsten Musiknote $(a_n = a_1 . q^{2-1} = a_1 . q)$, Daher die Grundfrequenz der Note Si ist das Produkt zwischen den Noten Lá von Ton $(f_b = f_a . \tau = 27{,}5 . 1{,}122 = 30{,}85Hz)$, auch das Produkt der Frequenz der Note B mit dem Halbton ergibt die Frequenz der Note Dó $(f_c = f_b . \delta = 30{,}85 . 1{,}059 = 32{,}67Hz)$ und dem Produkt der Notenfrequenz Dó durch den Mikroton, ergibt die Frequenz der Note Dá $(f_C = f_c . \mu = 32{,}67 . 1{,}029 = 33{,}62Hz)$ und so weiter für jede Musiknote.

Es sei jedoch daran erinnert, dass diese Frequenzen ungefähre Werte sind, ebenso wie der Ton $(\tau = 1{,}122...Hz)$, der Halbton $(\delta = 1{,}059...)$ und der Mikroton $(\mu = 1{,}029...)$ sind irrationale oder unendliche Zahlen, wie die Zahl pi $(\pi = 3{,}141...)$ Darüber hinaus wird für ein besseres praktisches Verständnis von Frequenzintervallen auf einer linearen Skala ein Halbton als gleich einem Halbton

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

angesehen $(\delta=0{,}5\tau)$Ein Mikroton entspricht einem Viertelton $(\mu=0{,}25\tau)$ und ein Halbton gleich einem halben Mikroton $(\delta=0{,}5\tau)$.

2.3 DARSTELLUNG DES MUSIKALISCHEN TIMBRE

Wenn die Grundfrequenz (F_0) wird aus der Menge der harmonischen Frequenzen entnommen, die jede Frequenz ausmachen $(f=f_0\backslash f_1\backslash f_2\backslash\ldots\backslash f_n=F_0F_1F_2\ldots F_n)$die restlichen Frequenzen bilden das Timbre $(f_h=F_1F_2\ldots F_n)$aus dem Latein *Timpanum*, was ein sekundäres Merkmal der resultierenden Frequenz ist $(f=f_0\backslash f_h)$,aber das erlaubt uns, unterschiedliche Klänge mit der gleichen Grundfrequenz zu unterscheiden.

Dieses Merkmal wird in der musikalischen algebraischen Sprache als optional angesehen, wobei es dem Interpreten überlassen bleibt, das Instrument auszuwählen, das bei der Emission von Musiknoten verwendet werden soll. Das Timbre kann jedoch durch eine natürliche Ganzzahl mit Akzent durch eine Tilde dargestellt werden $(\tilde{n})$ an die Notenchiffre angehängt $(x=\tilde{n}ft=ft\tilde{n})$oder am Anfang der Schreibweise $(\&\tilde{n}:)$für jede Melodie oder stehen nur für einige Noten vor einer Klammer $\tilde{n}(xy\ldots z)$, wo $\tilde{n}$der Melodieteil, der das zu verwendende Instrument angibt, ist untertitelt ($\tilde{n}$= Instrument).

2.4 DARSTELLUNG DER MUSIKALISCHEN BREITE

Die Amplitude (a) einer Musiknote$(x=aft)$ wird durch seine Schallintensität in gemessen decibel (dB), die von Null bis zu einer für den Menschen erträglichen Hörgrenze variieren kann (HELERBROCK, s.d.), ist die Eigenschaft, die es uns ermöglicht, einen schwachen Ton von einem starken Ton zu unterscheiden.

Normalerweise wird der Schallintensitätsbereich zwischen vierzig und sechzig Dezibel verwendet $(40dB \leq a \leq 60dB)$ als normaler Intensitätsbereich für jede von Menschen hörbare Musiknote und unterhalb dieses Bereichs $(a<40dB)$, Die Chiffre der Notiz wird mit einem ernsten Akzent gekennzeichnet $(\grave{x})$und, oberhalb dieses Bereichs $(a>60dB)$mit starkem Akzent $(\acute{x})$. Wenn für einen Wert eine bestimmte Intensität erforderlich ist, wird nur ein Zirkumflex-Akzent auf diesem Wert an die Notenchiffre angehängt $(\hat{n}ft=ft\hat{n})$, zeigt diese Intensität multipliziert mit zehn an $(\hat{n}=10ndB)$, kann auch vor einer Klammer für mehrere Noten stehen $\hat{n}(xy...z)$. Ein an einer Musiknote angebrachter Pfeil zeigt an, dass ihre Schallintensität zunimmt $(ft\uparrow)$absteigend $(ft\downarrow)$oder steigend-fallend und umgekehrt $(ft\updownarrow)$.

2.5 DARSTELLUNG DER MUSIKALISCHEN DAUERZEIT

Die Laufzeit (t) einer musikalischen Zelle $(\&=aft)$, Note oder Pause, ist die Eigenschaft, die es uns ermöglicht, einen Ton von kurzer Dauer von einem Ton von langer Dauer zu unterscheiden, der durch eine positive natürliche ganze Zahl dargestellt wird $(1, 2, 3, ..., n)$, das in einer melodischen Anordnung vor der Chiffre einer musikalischen Zelle (nx), repräsentiert eine Dauer gleich oder größer als eine Sekunde $(t \geq 1s)$. In diesem Zusammenhang werden am häufigsten solche einer Sekunde verwendet $(1x=x)$, zwei Sekunden $(2x)$, drei Sekunden $(3x)$, vier Sekunden $(4x)$und wenige andere über diesen Zeitraum (nx).

Aufgrund der am häufigsten verwendeten Takte in einem musikalischen Rhythmus ist in dieser Studie die Standardperiode auf vier Sekunden begrenzt $(T=4s)$ und wenn dieselbe ganze Zahl in einer melodischen Anordnung nach der Chiffre einer musikalischen Zelle kommt (xn)es stellt eine Dauer dar, die kleiner oder gleich einer Sekunde ist $(t \leq 1s)$bildet eine Bruchzahl für Musik.

Stellen Sie „n“ als Nennerzahl eines Bruchs dar, dessen Zähler Eins ist $(t=\frac{1}{n})$, die am häufigsten verwendete Dauer beträgt eine halbe Sekunde $(x2)$, eine Drittelsekunde $(x3)$, eine Viertelsekunde $(x4)$, eine Sechstelsekunde $(x6)$, eine achtel sekunde $(x8)$ und nicht länger als eine Neuntelsekunde lang $(x9)$, weil der Ton für den Menschen nicht mehr hörbar ist, wenn er kleiner oder gleich einer Zehntelsekunde ist $(t \leq 0{,}1s)$. Daher kann sowohl die Dauer in Sekunden als auch in Bruchteilen einer Sekunde in derselben musikalischen Zelle dargestellt werden. Zum Beispiel, $3d$ es ist die Notiz Ré drei Sekunden lang, $d3$ es ist die Notiz Ré eine Drittelsekunde lang und $1d24$ es ist die Notiz Ré mit einer Sekunde,eine weitere halbe und eine weitere Viertelsekunde lang.

Wenn eine Dauerzeit (n) kommen mit einem akuten Akzent $(\acute{n}x)$ oder ernst $(x\grave{n})$, bedeutet, dass es sofort oder gleich einer Neuntelsekunde ist $(x9)$, mit dem Rest der tatsächlichen Dauer in musikalischer Pause. Dabei zeigt der Akut eine Amplitude mit starker Intensität und der Bassakzent eine Amplitude mit schwacher Intensität an. Zum Beispiel, $c\acute{2}$ es ist die Notiz Dó mit starker Schallintensität in der momentanen Dauer $(c9)$ und für den Rest der halben Sekunde pausieren.

Wenn auf eine Dauer ein Doppelpunkt folgt $(xt:)$ Es bedeutet eine kurze Unterbrechung der musikalischen Komposition, die es den Musikern ermöglicht, mit dem Publikum zu interagieren und jederzeit wieder aufzunehmen, normalerweise im gleichen Takt wie die Unterbrechung.

Wenn eine Dauer von Auslassungspunkten begleitet wird $(xn\ldots)$ bedeutet, dass es sich nach seinem Ende für eine weitere bestimmte Zeit in einer musikalischen Pause erstreckt und im gleichen Takt oder in einem anderen Takt enden kann.

Zum Beispiel, $g\cdots$ es ist die Notiz Sol mit einer Dauer von einer Sekunde und kann im selben Takt oder in einem anderen Takt enden.

Wenn eine Musiknote in einem Takt beginnt und in einem anderen endet, ohne ihre Klangkontinuität zu verlieren, wird ihre Chiffre im nächsten Takt mit einem Apostroph gekennzeichnet. Zum Beispiel die Notiz Dó mit drei Sekunden $(3c)$, zwei Sekunden sein $(2c)$ in einem Takt und einer Sekunde (c')in der nächsten Bar $(3c=2c\ \ c')$.

3. OPERATIONEN ZWISCHEN MUSIKALISCHEN ZELLEN

Die Operationen zwischen musikalischen Zellen bilden Gruppierungen von Noten und musikalischen Pausen, die als musikalische Monome bezeichnet werden, und wenn sie eine Zeitdauer haben (t) kommen zwischen zwei Musikzellen (xty), es wird immer zur ersten Zelle gehören (xt_xy) und die zweite hat eine spätere Dauer. In diesem Fall ist es eine Sekunde impliziert $(t_y=1s)$ und nur ein Komma vor dieser Dauer (x,ty) wird Sie zur zweiten Zelle gehören lassen $(x,\ t_yy)$ den ersten für eine implizite Sekunde dauern lassen $(t_x=1s)$. Zum Beispiel, $c2e$ es ist die Notiz Dó mit einer halben Sekunde und der Note Mi eine Sekunde lang und $c,2e$ es ist die Notiz Dó mit einer Sekunde und der Notiz Mi zwei Sekunden lang.

3.1 „M“-BETRIEB ZWISCHEN MUSIKALISCHEN ZELLEN

Wenn zwei oder mehr Musikzellen in Betrieb sind M, bilden sie ein melodisches algebraisches Monom m, dessen Ergebnis eine Melodie zwischen ihnen ist $(m=x/y/z=xyz)$, wo die endgültige Dauer der ersten Note (t_{fx}) gleich der anfänglichen Dauer der zweiten Note ist $(t_{fx}=t_{iy})$, sowie die endgültige Dauer der

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

zweiten Note (t_{fy}) gleich der anfänglichen Dauer der dritten Note ist $(t_{fy}=t_{iz})$. Zum Beispiel Musiknoten Dó, Mi, Sol, Mi, Dó, alles eine Sekunde lang $(t=1s)$ in Operation M bilden ein melodisches Monom der Melodie domisolmidó $(m=c/e/g/c^2=cegc^2)$ und, jede Änderung der Position einer dieser Noten bei dieser Operation wird ein anderes Ergebnis mit einer anderen Melodie bilden $(m'=c^2/c/e/g=c^2ceg)$.

3.2 „H"-BETRIEB ZWISCHEN MUSIKALISCHEN ZELLEN

Bei zwei oder mehr rhythmischen Musiknoten oder Noten gleicher Dauer $(t_x=t_y=t_z=t)$ in Betrieb bleiben $H\,(h=x\backslash y\backslash z=XYZ)$, sie bilden ein harmonisches algebraisches Monom h, dessen Ergebnis eine Harmonie zwischen ihnen ist, wobei ihre anfänglichen Dauerzeiten alle gleich sind $(t_{ix}=t_{iy}=t_{iz}=t_i)$, sowie deren endgültige Laufzeiten $(t_{fx}=t_{fy}=t_{fz}=t_f)$.

Gleiche Musiknoten führen bei dieser Operation zu einem Unisono-Monomial oder einer einzelnen Musiknote $(h=x\backslash x\backslash x=X)$ und, Wenn diese Noten arrhythmisch sind oder unterschiedliche Dauer haben, bilden sie je nach M-Operation verschiedene Harmonien, zum Beispiel die H-Operation dazwischen $2c\backslash 2e\backslash 2g=2(CEG)$ und eintreten $4c\backslash 3e\backslash g=(c\backslash e\backslash g)/(2c\backslash 2e)/c=\ CEG/2(CE)/c$. In diesem Fall die Notiz Sol mit kürzerer Dauer $(1s)$ bilden die erste Harmonie domisol (CEG), Hinterlassen der Notiz Mi mit kürzerer Dauer $(2s)$ bilden die häusliche Harmonie $(2(CE))$ in Melodie mit Harmonie domisol, Hinterlassen der Notiz Dó eine Sekunde lang (c) in Melodie mit Harmonie domi.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

3.3 „M“-OPERATION ZWISCHEN MUSIKALISCHEN MONOMISEN

Wenn zwei oder mehr musikalische Monome in Betrieb sind M, sie bilden ein melodisches Polynom P_m, wobei ihre Monome durch Leerzeichen getrennt sind, was die Operatoren impliziert Mzwischen ihnen gebildet werden können: nur durch melodische Monome in einer einzigen Melodie $(p_{mm}=m_1/m_2/.../m_n=m_1\ m_2...m_n)$, nur durch harmonische Monome in einer Melodie von Harmonien $(p_{mh}=h_1/h_2/.../h_n=h_1\ \ h_2...h_n)$ und aus melodischen und harmonischen Monomen zusammengesetzt $(p_{mc}=m_1/h_1/.../m_n/h_n=m_1\ h_1...\ m_n\ h_n)$.

Diese Monome müssen rhythmisch sein oder gleiche Perioden haben $(T_1=T_2=...=T_n=T)$, durch die Summe der Dauerzeiten ihrer musikalischen Zellen bestimmt wird $(T=t_1+t_2+...+t_n)$, Eigenschaft, die in dieser Studie das Rhythmusprinzip genannt wird, das es jedem System ermöglicht, während seiner Existenz im Gleichgewicht zu bleiben, und selbst wenn eine eventuelle Arrhythmie in seiner Struktur auftritt oder wenn eine dieser Perioden sich von den anderen unterscheidet, bleibt die folgende Periode gleich wie die vorherige Gleichgewichtsperiode (T)um das gelegentliche Ungleichgewicht zu korrigieren. Eine Folge von Arrhythmien in der rhythmischen Struktur kann jedoch dazu führen, dass der Rhythmus dieses Polynoms zusammenbricht.

Wenn die Monome dieses Polynoms arrhythmisch sind, müssen sie in einem Rhythmus in einer binären rhythmischen Struktur moduliert werden $(r=2)$, ternär $(r=3)$, Quartär $(r=4)$oder irgend ein anderer $(Pr=|Pa|^r)$, Anpassen der arrhythmischen Perioden in der Rhythmik und nur das erste und das letzte Monom eines Rhythmus können jeweils unvollständige Musiknoten sein, wobei

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

musikalische Pausen vor und nach diesen Noten die Perioden dieser Monome vervollständigen, wie in den folgenden Beispielen gezeigt.

a) Betrieb M mit den rhythmischen Monomen $m_1=ecec,\ m_2=3\bar{d}\emptyset,\ m_3=3a$

$P_m4=m_1/m_2/m_1/m_3=ecec/3\bar{d}\emptyset/ecec/3a=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a$

$P_m4=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a \rightarrow$ quartäres melodisches Polynom

b) Betrieb M mit den arrhythmischen Monomen

$m_1=ecec,\ m_2=3g,\ m_3=eg,\ m_4=ec,\ m_5=3\bar{d}$

$P_ma=m_1/m_2/m_3/m_4/m_5=ecec/3g/eg/ec/3\bar{d}=ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d}$

$P_ma=ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d} \rightarrow$ arrhythmisches melodisches Polynom

Ternäres rhythmisches Modul $(r=3)$ em P_ma

$P_m3=|P_ma|^3=|ecec\ \ 3g\ \ eg\ \ ec\ \ 3\bar{d}\ |^3=e/cec/3g/ege/c,2\bar{d}/\bar{d}'=$

$P_m3=e\ \ cec\ \ 3g\ \ ege\ \ c,2d\ \ d' \rightarrow$ ternäres melodisches Polynom

3.4 OPERATION „H“ ZWISCHEN MUSIKALISCHEN MONOMIS

Wenn zwei oder mehr musikalische Monome in Betrieb sind H, sie bilden ein harmonisches Polynom P_h. Somit bleiben die Monome in der gleichen Operationsform, getrennt durch ihre Operatoren $H\ \ (p_h=m_1\backslash m_2\backslash ...\backslash m_n=m_1\backslash m_2\backslash ...\backslash m_n)$ oder sie können in Form eines

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

Spaltenarrays vorliegen $\left(p_h = m_1 \backslash m_2 \backslash m_n = \begin{matrix} m_n \\ m_2 \\ m_1 \end{matrix}\right)$, kann nur durch melodische Monome in Harmonie gebildet werden $(p_{hm} = m_1 \backslash m_2 \backslash ... \backslash m_n = m_1 \backslash m_2 \backslash ... \backslash m_n)$, nur durch harmonische Monome $(p_{hh} = h_1 \backslash h_2 \backslash ... \backslash h_n = h_1 \backslash h_2 \backslash ... \backslash h_n)$ und aus melodischen und harmonischen Monomen zusammengesetzt $(p_{hc} = m_1 \backslash h_1 \backslash ... \backslash m_n \backslash h_n = m_1 \backslash h_1 \backslash ... \backslash m_n \backslash h_n)$. Unten ist ein Beispiel für die Operation H zwischen drei rhythmischen musikalischen Monomen.

Unten ist ein Beispiel für die Operation H zwischen drei rhythmischen musikalischen Monomen.

Melodische Monome $m_1 = ecec,\ m_2 = 2c2e,\ h = 4(CEG)$

$P_h 4 = m_1 \backslash h \backslash m_2 = ?$

Betriebsform: $P_h 4 = ecec \backslash 4(CEG) \backslash 2c2e = ecec \backslash 4(CEG) \backslash 2c2e$

Array-Form: $P_h 4 = ecec \backslash 4(CEG) \backslash 2c2e = \begin{matrix} 2c2e \\ 4(CEG) \\ ecec \end{matrix}$

Das harmonische Monom $h_1 = 4(CEG)$ kann durch seine Akkordform ersetzt werden Dó größer $(C_M = 4(CEG))$ (ALMADA, 2012). Auf diese Weise ist seine Dauer impliziert und gleich der Dauer der melodischen Monome dieser Operation $(P_h 4 = ecec \backslash 4(CEG) \backslash 2c2e = ecec \backslash C_M \backslash 2c2e)$ oder es kann an seiner spezifischen Dauer festhalten, wenn sie sich von der Dauer des melodischen Monoms

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

unterscheidet, die die Periode des Takts bestimmen. Zum Beispiel, wenn $h=3(CEG)$, $P_h 4=ecec\backslash 3(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash 3C_M\backslash 2c2e$.

3.5 OPERATION „M“ ZWISCHEN MUSIKALISCHEN POLYNOMEN

Wenn zwei oder mehr rhythmische musikalische Polynome in Betrieb sind M, sie können verschiedene Arten von neuen monorhythmischen musikalischen Polynomen bilden. Wenn alle Polynome denselben Rhythmus aufweisen, bilden sie andernfalls polyrhythmische Polynome, die in der Musik am häufigsten verwendet werden, diejenigen, die nur aus harmonischen Polynomen bestehen, die rhythmische Verbindungen sind $(P=P_{c1}/.../P_{cn}=(m_1\backslash h_1)/.../(m_n\backslash h_n)= m_1\backslash h_1...m_n\backslash h_n)$, als Beispiel unten.

Angesichts der zusammengesetzten Polynomform: $h=3(CEG)$, $P_h 4=ecec\backslash 3(CEG)\backslash 2c2e=ecec\backslash 3C_M\backslash 2c2e$

$$P_{c1}=ecec\backslash C_M;\ P_{c2}=3\bar{d}\emptyset\backslash C_m;\ P_{c3}=3a\backslash A_m$$

$$P=P_{c1}/P_{c2}/P_{c1}/P_{c3}=(ecec\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(ecec\backslash C_M)/(3a\backslash A_m)=$$

Betriebsform: $P=ecec\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\ \ ecec\backslash C_M\ \ 3a\backslash A_m$

Array-Form: $\begin{array}{lcccc} & C_M & C_m & C_M & A_m \\ P= & ecec & 3\bar{d}\emptyset & ecec & 3a \end{array}$

Wo: $C_M=4(CEG);\ C_m=4(C\bar{D}G);\ A_m=4(ACE)$

3.6 OPERATION „H" ZWISCHEN MUSIKALISCHEN POLYNOMEN

Wenn zwei oder mehr rhythmische musikalische Polynome in Betrieb sind H, sie können verschiedene Arten von neuen musikalischen Polynomen bilden, wobei die in der Musik am häufigsten verwendeten diejenigen sind, die zwischen melodischen Polynomen nur mit rhythmischen melodischen Monomen gebildet werden, mit melodischen Polynomen nur mit rhythmischen harmonischen Monomen $(P=P_{mm}\backslash P_{mh}=m_1\backslash h_1...m_n\backslash h_n)$, in diesem Fall die Monome der Betriebspolynome Hmüssen rhythmisch zueinander sein, wie im Beispiel unten gezeigt.

Angesichts der melodischen Polynomform $P=P_{mm}\backslash P_{mh}=?$

$$P_{mm}=\text{ecec}\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ \text{ecec}\ \ 3a;\ P_{mh}=C_M\ \ C_m\ \ C_M\ \ A_m$$

$$P=P_{mm}\backslash P_{mh}=(\text{ecec}/3\bar{d}\emptyset/\text{ecec}/3a)\backslash(C_M/C_m/C_M/A_m)=$$

$$P=(\text{ecec}\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(\text{ecec}\backslash C_M)/(3a\backslash A_m)=$$

Betriebsformular: $C4\text{: ecec}\backslash C_M\ \ 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\ \ \text{ecec}\backslash C_M\ \ 3a\backslash A_m$

Array-Form: $\begin{array}{lcccc} & C_M & C_m & C_M & A_m \\ C4= & \text{ecec} & 3\bar{d}\emptyset & \text{ecec} & 3a \end{array}$

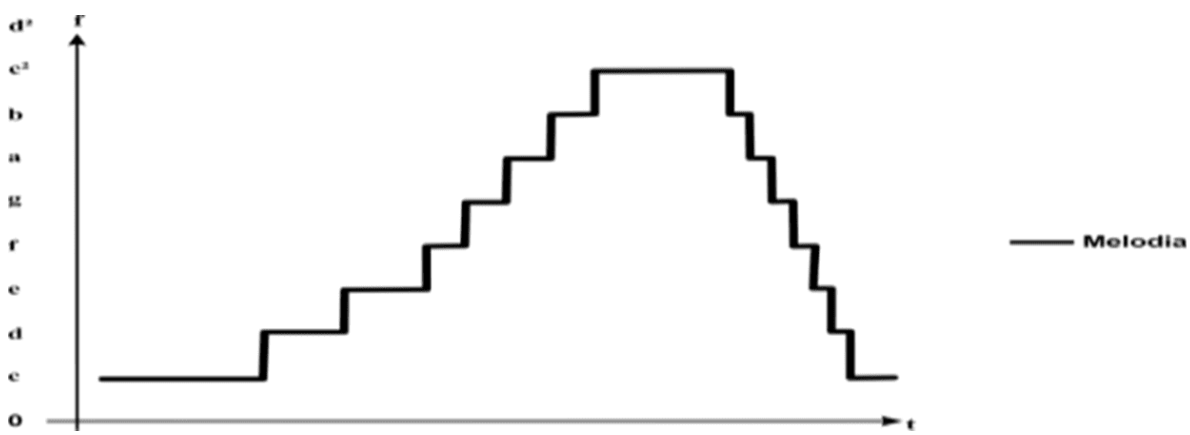
4. GRAFIKEN EINES MUSIKALISCHEN POLYNOMS

Musikalische Monome können in einem Diagramm auf den Achsen kartesischer Koordinaten aufgetragen werden. Dazu müssen auf der Ordinatenachse bzw. auf deren senkrechter Linie die Frequenzen bzw. Ziffern Ihrer Noten und auf der Abszissenachse bzw. auf deren horizontaler Linie die Dauer dieser Noten zugeordnet werden. Dann werden diese Punkte mit Liniensegmenten für ein melodisches Monom verbunden, das Diagramm der melodischen Linie wird gebildet.

Für ein harmonisches Monom jedoch, bei dem ihre Dauern gleichzeitig sind, zeichnen Sie einfach die Dauer seiner tonischen Musiknote oder der Hauptnote des musikalischen Begleitakkords auf dem melodischen Monom-Liniendiagramm direkt über der Figur für eine Harmonie aus Dur und a etwas niedriger für eine Harmonie des Moll-Modus, die das Harmonic Line-Diagramm gemäß den unten aufgeführten Beispielen bildet.

a) &2=2c de f2g2a2b2 2c^2 b3a3g3f3e3d3 c2

Grafik 1. Tonleiter in C im binären Rhythmus.



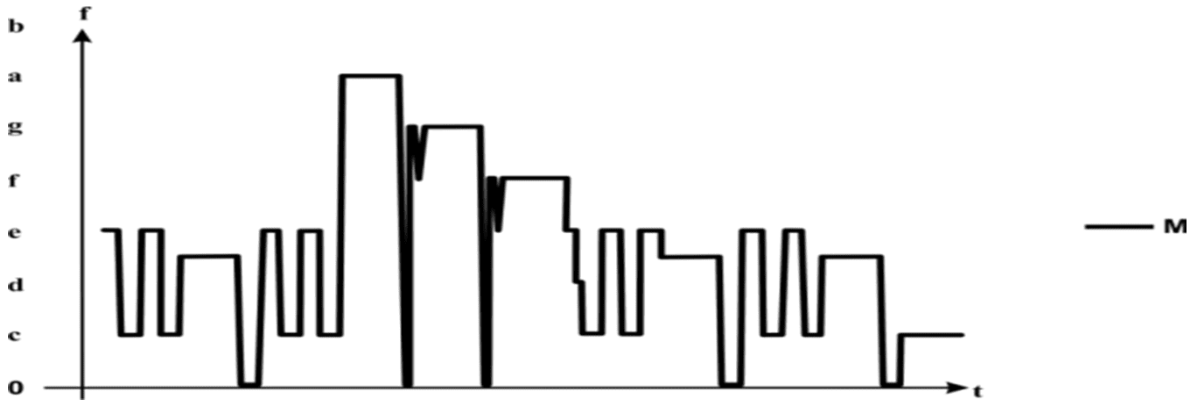
Quelle: Autor.

M4=ecec 3$\bar{d}$Ø ecec 3aØ2g4f4 3gØ2f4e4 3ff3e3d3 cece 3$\bar{d}$Ø

ecec 3$\bar{d}$Ø 3c

b)

Grafik 2. Einfache Melodie im Quartärrhythmus.

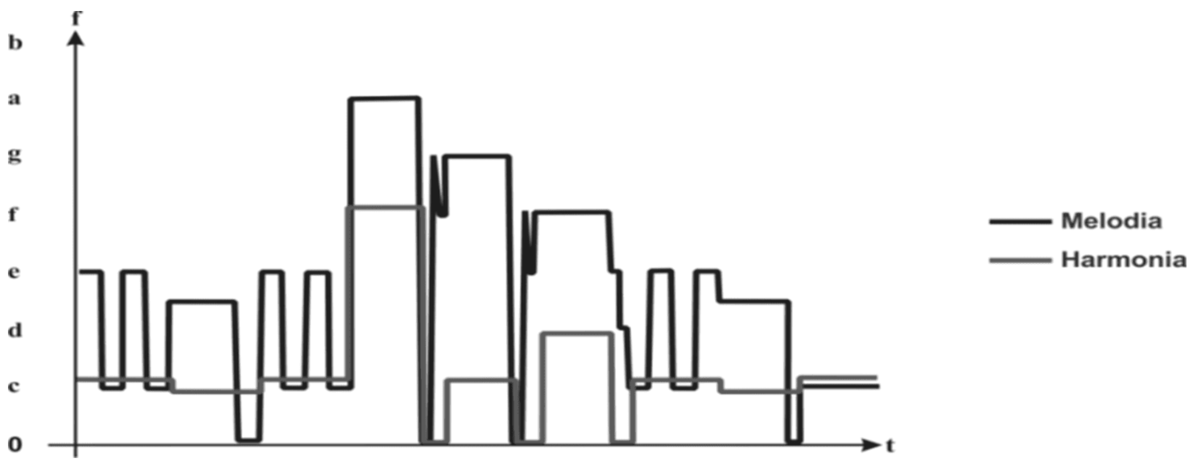


Quelle: Autor.

$$C4:\ ecec\backslash C_M\quad 3d\emptyset\backslash C_m\quad ecec\backslash C_M\quad 3a\emptyset 2g4f4\backslash F_M\quad 3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M$$

c) $$3ff3e3d3\backslash D_m\quad cece\backslash C_M\quad 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m\quad 4c\backslash C_M$$

Grafik 3. Melodie mit einer Harmonie.



Dauer der Musiknoten.

Legende: e=Melodie; c=Harmonie

Quelle: Autor.

5. HARMONIE DER MUSIKALISCHEN BEGLEITUNG

gegeben irgendeine Melodie $(\&=m_1\ m_2 \ldots\ m_n)$, Sie können Ihre musikalische Begleitharmonie bestimmen, indem Sie das Harmonic Module anwenden $(H_n=|m_n|^h)$in dieser Studie entwickelt. In jedem Takt dieser Melodie, die melodische Musiknoten durch die Operation in Harmonien umwandelt Hzwischen ihnen $(|m_n|^h=|xyz|^h=x\backslash y\backslash z= XYZ)$, dessen resultierende Harmonie an eine bestehende Begleitakkordharmonie im Dur- oder Moll-Modus angepasst wird (ALMADA, 2012), als Beispiel für die unten stehende Melodie.

$$M4=ecec\ \ 3\bar{d}\emptyset\ \ ecec\ \ 3a\emptyset 2g4f4\ \ 3g\emptyset 2f4e4\ \ 3ff3e3d3\ \ cece\ \ 3\bar{d}$$

Harmonie von: $M4\colon H4=|M4|^h=H_1/H_2/H_3/H_4/H_5/H_6/H_7/H_8$

$$H_1=H_3=H_7=|m_1|^h=|ecec|^h=e\backslash c\backslash e\backslash c=EC=CE$$

Anpassung von $H_1=CE$ zum Dó-Dur-Akkord: $C_M=CEG$

$$H_2=H_8=|m_2|^h=|3\bar{d}\emptyset|^h=3\bar{d}\backslash\emptyset=3\bar{D}$$

Anpassung von $3\bar{D}$ zum Dó-Moll-Akkord als Funktion von $C_M\colon C_m=C\bar{D}G$

$$H_4=|m_4|^h=|3a\emptyset 2g4f4|^h=3a\backslash\emptyset 2\backslash g4\backslash f4=3AF4G4$$

Anpassung von $3A$ zum Fá-Dur-Akkord: $F_M=FAC$

$$H_5=|m_5|^h=|3g\emptyset 2f4e4|^h=3g\backslash\emptyset 2\backslash f4\backslash e4=3GE4F4$$

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

Anpassung von $3G$ zum Dó-Dur-Akkord: $C_M=CEG$

$$H_6=|m_6|^h=|3ff3e3d3|^h=3f\backslash f3\backslash e3\backslash d3=3FE3D3$$

Anpassung von $3F$ zum Akkord Ré-Moll: $D_m=DFA$

Einfache Harmonie von: $M4: H4=C_M/C_m/C_M/A_m/C_M/D_m/C_M/C_m$

Betrieb H zwischen $M4$ und $H4: C4=M4\backslash H4$

$$C4=(ecec/3d\emptyset/ecec/3a\emptyset 2g4f4/3g\emptyset 2f4e4/3ff3e3d3/cece/3d)\backslash(C_M/C_m/C_M/A_m/C_M/D_m/C_M/C_m)=$$

$$(ecec\backslash C_M)/(3\bar{d}\emptyset\backslash C_m)/(ecec\backslash C_M)/(3a\emptyset 2g4f4\backslash A_m)/$$

$$(3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M)/(3ff3e3d3\backslash D_m)/(cece\backslash C_M)/(3\bar{d}\backslash C_m)=$$

$$C4=ecec\backslash C_M \quad 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m \quad ecec\backslash C_M \quad 3a\emptyset 2g4f4\backslash A_m \quad 3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M$$

$$3ff3e3d3\backslash D_m \quad cece\backslash C_M \quad 3\bar{d}\backslash C_m$$

$$C4=\overset{C_M}{ecec} \quad \overset{C_m}{3\bar{d}\emptyset} \quad \overset{C_M}{ecec} \quad \overset{F_M}{3a\emptyset 2g4f4} \quad \overset{C_M}{3g\emptyset 2f4e4} \quad \overset{D_m}{3ff3e3d3} \quad \overset{C_M}{cece} \quad \overset{C_m}{3\bar{d}}$$

Die begleitende Harmonie $H4$ es ist eine einfache Harmonie. Im obigen Beispiel wurden die in den harmonischen Modulen gefundenen Harmonien an die am besten geeigneten vorhandenen Dur- und Moll-Akkorde angepasst, wobei der Einfluss der Tonika des Dó-Dur-Akkords der Melodie berücksichtigt wurde $M4$. Wie demonstriert wurde, wurden in einigen Takten Musiknoten von kurzer Dauer ohne musikalische Akkorde belassen, ohne die Harmonie zu beeinträchtigen $H4$ der Melodie $M4$.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

5.1 MUSIKALISCHE BEGLEITMELODIE

Diese musikalischen Begleitharmonien können in eine Begleitmelodie umgewandelt werden. Wenden Sie dazu einfach das Melodic Module auf diese Harmonien an $(m_n=|H_n|^m)$, die durch Operation eine Harmonie in mehrere Melodien umwandelt Mzwischen deinen harmonischen Tönen $(m_n=|XYZ|^m=X/Y/Z=xyz;\ xzy;...;\ zyx)$, das für einen Dreiklang oder drei Musiknoten in Harmonie $(T_x=XYZ)$, ergibt sechs unterschiedliche Melodien $(m_1;\ m_2;\ m_3;\ m_4;\ m_5;\ m_6)$.

Aufgrund der Permutation zwischen diesen drei Musiknoten, um die Notenarrangements in Melodien zu bilden $(P_n=n!\rightarrow\ P_3=3!=3x2=6)$und für eine Tetrade oder vier Musiknoten $(T_x=XYZW)$, ergibt vierundzwanzig verschiedene Melodien, da die Permutation von vier gleich 24 melodischen Arrangements ist $(P_n=n!\rightarrow\ P_4=4!=4x3x2=24)$. Wählen Sie von dort aus einfach eine dieser Melodien für die musikalische Begleitung des melodischen Monoms dieser Harmonie aus und betiteln Sie sie separat. In diesem Fall wird die Dauer jeder Note durch den Kehrwert der Anzahl von Musiknoten pro Sekunde bestimmt $(t=\frac{1}{n}s)$, was für einen Dreiklang oder drei Musiknoten $(n=3)$eine Terzsekunde lang ist $(n=3)$, als Beispiel unten.

C_M $\quad \underline{C}_m$ $\quad C_M$ $\quad F_M$ $\qquad C_M$ $\qquad D_m$ $\qquad C_M$ $\quad \underline{C}_m$

&4=ecec 3dØ ecec 3aØ2g4f4 3gØ2f4e4 3ff3e3d3 cece 3d

Dó-Dur-Akkord: $C_M=CEG$

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

$C_M = CEG \rightarrow P3 = 3! = 6$ melodias $\rightarrow$ se $n=3 \rightarrow t = \frac{1}{n} = \frac{1}{3}\,s$

$C'_M = |C_M|^m = |CEG|^m = \{C/E/G;\ C/G/E;\ E/C/G;\ E/G/C;\ G/C/E;\ G/E/C\} =$

$C'_M = \{c3e3g3;\ c3g3e3;\ e3c3g3;\ e3g3c3;\ g3c3e3;\ g3e3c3\}$

$C'_m = |C_m|^m = |C\bar{D}G|^m = \{C/\bar{D}/G;\ C/G/\bar{D};\ \bar{D}/C/G;\ \bar{D}/G/C;\ G/C/\bar{D};\ G/\bar{D}/C\} =$

$C'_m = \{c3\bar{d}3g3;\ c3g3\bar{d}3;\ \bar{d}3c3g3;\ \bar{d}3g3c3;\ g3c3\bar{d}3;\ g3\bar{d}3c3\}$

$F_M = |F_M|^m = |FAC|^m = \{F/A/C;\ F/C/A;\ A/F/C;\ A/C/F;\ C/F/A;\ C/A/F\} =$

$F_M = \{f3a3c3;\ f3c3a3;\ a3f3c3;\ a3c3f3;\ c3f3a3;\ c3a3f3\}$

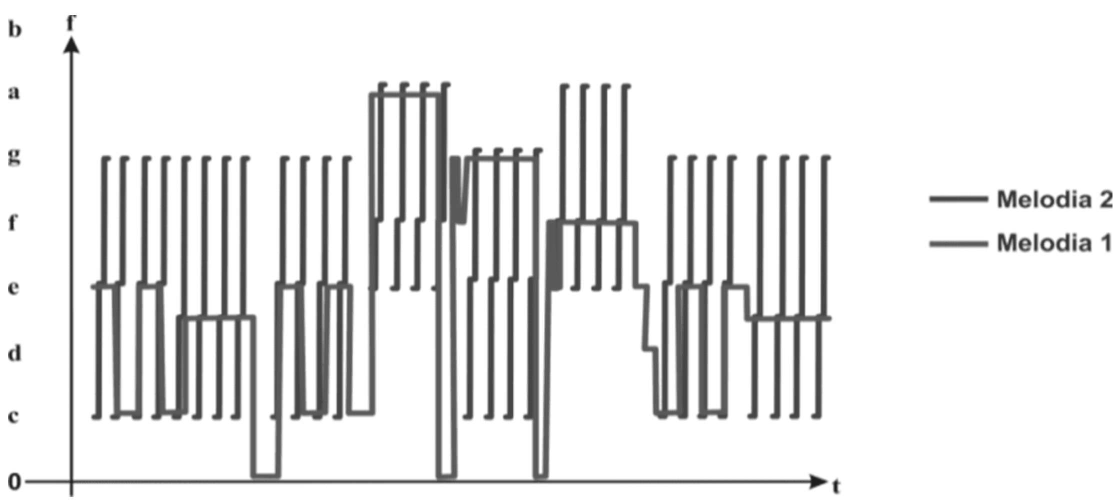
$D'_m = |D_m|^m = |DFA|^m = \{D/F/A;\ D/A/F;\ F/D/A;\ F/A/D;\ A/D/F;\ A/F/D\} =$

$D'_m = \{d3f3a3;\ d3a3f3;\ f3d3a3;\ f3a3d3;\ a3d3f3;\ a3f3d3\}$

	C'_M	C'_m	C'_M	F'_M	C'_M	D'_m	C'_M	C'_m
&4=	ecec	$3\bar{d}$Ø	ecec	3aØ2g4f4	3gØ2f4e4	3ff3e3d3	cece	$3\bar{d}$

Untertitel: $C'_M = c3e3g3;\ C'_m = c3\bar{d}3g3;\ F'_M = d3f3a3;\ D'_m = d3f3a3$

Grafik 4. Melodie &4 mit Begleitmelodie.



Bildunterschrift: C_M=4(c3e3g3); C_m=4(c3d ̅3g3); F_M=4(f3a3c3); D_m=4(d3f3a3) Quelle: Autor.

6. MASSNAHMEN DER MUSIKALISCHEN MONOMIS

Die musikalischen Monome einer Melodie oder einer Harmonie im Allgemeinen bieten zwei Arten von musikalischen Maßen, die für die Musik wichtig sind, eine sogenannte Musikperiode, die die Dauer eines melodischen Monoms misst (T_m), harmonisch (T_h) und zusammengesetzt aus melodisch mit harmonisch (T_c), in Sekunden skaliert (s); und eine andere namens Musical Texture (X), die das Erscheinen von Musiknoten in der Struktur eines melodischen Monoms misst (X_m), harmonisch (X_h) oder zusammengesetzt (X_c), in Noten skaliert $(\&)$. Das Verhältnis zwischen melodischer Textur und melodischer Periode $(D_m=\frac{X_m}{T_m})$ bestimmt die melodische Dynamik von Musiknoten in der Struktur eines melodischen Monoms.

6.1 ZEITRAUM UND TEXTUR EINES MELODISCHEN MONOMENS

Ein melodisches Monom $(m=xyz)$ präsentiert seine Musiknoten, die kontinuierlich in der Raumzeit verteilt sind und eine melodische Periode bilden (T_m), bestimmt durch die Summe der Dauerzeiten seiner Musiknoten $(T_m=t_x+t_y+t_z)$, in Sekunden skaliert (s). Die melodische Textur $(X_m=q)$, wird durch die Zahl bestimmt (n) von Musiknoten $(\&)$ in seiner melodischen Periode.

Das Verhältnis zwischen melodischer Textur und melodischer Periode $(D_m=\frac{X_m}{T_m})$ bestimmt die melodische Dynamik von Musiknoten pro Sekunde $(\&ps)$ in der Struktur dieses Monoms, wie unten gezeigt.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

1) Melodisches Monom m_1=ecec

Melodische Periode: $T_{m1}=t_1+t_2+t_3+t_4=1+1+1+1=4s$

Melodische Textur: $X_{m1}=4\& \rightarrow$ vier Musiknoten

Melodische Dynamik: $D_{m1}=\frac{X_{m1}}{T_{m1}}=\frac{4}{4}=1\&ps \rightarrow$ langsame Melodie

2) Melodisches Monom m_2=c8d8e8f8g8f8e8d8c8d8e8f8g8f8e8d8

Melodische Periode: $T_{m2}=t_1+t_2+...+t_{16}=16(\frac{1}{8})=\frac{16}{8}=2s$

Melodische Textur: $X_{m2}=16\& \rightarrow$ sechzehn Noten

Melodische Dynamik: $D_{m2}=\frac{X_m}{T_m}=\frac{16}{2}=8\&ps \rightarrow$ sehr schnelle Melodie

6.2 ZEITRAUM UND TEXTUR EINES HARMONISCHEN MONOMIUMS

Ein harmonisches Monom $(h=XYZ)$ präsentiert seine Musiknoten gleichzeitig miteinander verbunden und sie sind normalerweise rhythmisch oder von gleicher Dauer. Daher seine Harmonische Periode (T_h) ist gleich der Zeitdauer einer beliebigen Musiknote in ihrer Struktur $(T_h=t_x=t_y=t_z=t)$, in Sekunden skaliert (s).

Es kann jedoch vorkommen, dass ein harmonisches Monom arrhythmisch ist oder seine Noten mit unterschiedlicher Dauer präsentiert. In diesem Fall treten mehrere verschiedene Harmonien mit unterschiedlichen harmonischen Perioden auf, und die Melodie zwischen ihnen ergibt die gesamte harmonische Periode dieses

Monoms $(T_h=T_{h1}+T_{h2}+...+T_{hn})$. Dazu kommt die Harmonic Texture $(X_h=n)$, wird durch die Anzahl der Noten bestimmt $(\&)$ in Harmonie in der harmonischen Periode, wie unten gezeigt.

1) Rhythmisches harmonisches Monom $h_1=3(CEG)$

Harmonische Periode: $T_{h1}=t_1=t_2=t_3=3s$

Harmonische Struktur: $X_{h1}=3\&$

2) Arrhythmisches harmonisches Monom $h_2=3C2EG$

Harmonische Periode: $h_2=3C2EG=CEG/CE/c\text{: } T_{h2}=1+1=2s$

Arrhythmische harmonische Textur: $X_{h2}=3\&/2\&$

6.3 ZEITRAUM UND TEXTUR EINES MELODISCHEN POLYNOMIUMS

Ein rhythmisches melodisches Polynom ist eines, bei dem seine Monome gleiche Perioden haben. Auf diese Weise das Produkt der Zahl (n) von Bars für seine Zeit (T_m) , bestimmt die Zeitdauer dieses Polynoms $(T=nT_m)$, skaliert in Sekunden oder Minuten.

Selbst wenn dieses Polynom aus Melodien und Harmonien besteht, wäre die Berechnung seiner Dauer die gleiche, während seine gesamte melodische Textur $(X_m=n\&)$ bleibt die Anzahl der Musiknoten in dieser Dauer.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

Das Verhältnis dieser gesamten melodischen Textur zur Gesamtdauer bildet die melodische Dynamik $(D_m=\frac{X_m}{T})$ von Musiknoten in diesem Polynom, skaliert in Musiknoten pro Sekunde $(\&ps)$.

Wenn das melodische Polynom aus einer Harmonie besteht, ist seine gesamte harmonische Textur (X_h) wird durch das arithmetische Mittel der harmonischen Texturen aller seiner harmonischen Monome seiner Takte bestimmt $(X_h=\frac{X_{h1}+X_{h2}+\dots+X_{hn}}{n})$, Wie nachfolgend dargestellt.

$$C4\text{: } ecec\backslash C_M \quad 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m \quad ecec\backslash C_M \quad 3a\emptyset 2g4f4\backslash F_M \quad 3g\emptyset 2f4e4\backslash C_M$$
$$3ff3e3d3\backslash D_m \quad cece\backslash C_M \quad 3\bar{d}\emptyset\backslash C_m \quad 2c\backslash C_M$$

Polynomische Dauerzeit $C4\text{: } T=nT_m$

Melodische Periode von $m_1=ecec\text{: } T_{m1}=t_1+t_2+t_3+t_4=1+1+1+1=4s$

Taktzahlen: $n=9$

Gesamtdauer: $T=9x4=36s$

Volle melodische Textur: $X_m=X_{m1}+X_{m2}+...+X_9$

$X_{m1}=X_{m3}=4\&$; $X_{m2}=X_{m8}=1\&$; $X_{m4}=3\&$; $X_{m5}=3\&$; $X_{m6}=4\&$

$X_{m7}=4\&$; $X_{m9}=1\&$

$X_m=4+1+4+3+3+4+4+1+1=25\&$

Melodische Dynamik: $D=\frac{X_m}{T}=\frac{25}{36}=0{,}69\&ps$ (Melodie mit langsamer Dynamik)

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

Alle harmonischen Texturen sind gleich: $X_h=3\&$

Insgesamt harmonische Textur: $X_h=\frac{x_{h1}+x_{h2}+...+x_{h9}}{n}=\frac{3x9}{9}=3\&$ (Einfache Textur)

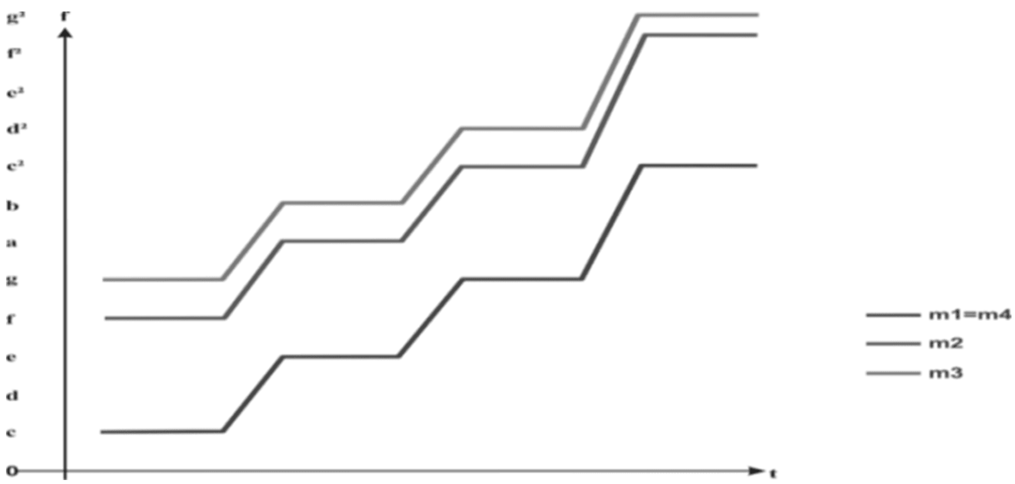
7. PLAGIAT ZWISCHEN MELODISCHEN POLYNOMIS

Normalerweise sind Plagiate Gleichheiten, die zwischen melodischen Monomen und melodischen Polynomen auftreten $(P_m=m_1\ m_2...m_n)$ und, wie diese Monome durch Noten gebildet werden $(m=xy...z)$ kontinuierlich verteilt, die auf einer Grafik im kartesischen Koordinatensystem aufgetragen sind, ihre Melodielinien zeigen, die miteinander verglichen werden können, ihre Ähnlichkeiten oder Unterschiede zeigen, diejenigen, die ihre Melodielinien präsentieren, gelten als Plagiate, das heißt, die auf der Grafik übereinstimmen , sie übereinander zu platzieren oder sogar die Noten der als Plagiate geltenden Monome auf die Tonalität der Noten der ursprünglichen Monome zu übertragen. Unten ist ein Beispiel für Plagiatsmonome.

Gleiche melodische Monome: $m_1=2c2e2g2c^2$; $m_2=2f2a2c2f^2$; $m_3=2g2b2d2g^2$ e $m_4=2c2e2g2c^2$.

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

Grafik 5. Melodische Monome.



Legende: c=m_1=m_4; f=m_2; g=m_3

Quelle: Autor.

7.1 PLAGIAT PROZENTSATZ

Wenn ein kontinuierlicher Teil eines melodischen Polynoms ein Plagiat eines anderen ist, d. h. einen Prozentsatz an Plagiat oder Gleichheit in Bezug auf das ursprüngliche Polynom aufweist, können die identifizierten Ähnlichkeiten durch die Formel berechnet werden $P_{\&}=100\frac{n}{n_t}$, wo "n"ist die Anzahl der melodischen Monome oder Takte mit Plagiaten, und "n_t" ist die Gesamtzahl der Monome oder Takte des ursprünglichen Polynoms ohne die melodischen Wiederholungen. Zum Beispiel wurde eine Melodie mit fünfzig Takten und darunter zehn aufeinanderfolgenden Takten in einer anderen Melodie plagiiert, also:

$$P_{\&}=100\frac{n}{n_t}=100\frac{10}{50}=\frac{1000}{50}=20\ \%$$

8. STRUKTUR EINES RHYTHMUS

Rhythmus ist ein Phänomen, das in der Dauer jedes Systems auftritt und in gleiche Teile geteilt wird, um sich selbst im Gleichgewicht zu halten. So geschieht es im Rhythmus einer Melodie, wo ihre Dauer (T) ist in Teile gleicher Zeiträume, sogenannte Maßnahmen, unterteilt, die in Abhängigkeit von der Operation kontinuierlich miteinander verbunden sind $M(T=T_m/T_m/.../T_m=nT_m)$, Außerdem ist jede Maßnahme in gleiche Teile kleinerer Zeiträume unterteilt, die als Zeiteinheiten bezeichnet werden (t), die in Abhängigkeit von der Operation auch ständig miteinander verbunden sind $M\ (T_m=t/t/.../t=qt)$.

Es ist bekannt, dass die Dauer einer Periode (t), hat eine Anfangsdauer (t_i) und endgültig (t_f), demnächst, $t=t_i/t_f$. Darüber hinaus diese anfängliche Dauer (t_i) besteht aus einem Takt (b) hörbar oder nicht hörbar, verursacht durch einen Impuls $(b=Ft_i)$, von einer Kraft gegeben F für eine augenblickliche Dauer und bleibt für den Rest seiner Dauer stumm $(t_\emptyset)$, Daher wird die Periode eines jeden Taktes durch seinen Anfangsschlag gebildet (b) im Einklang mit deiner Zeit der Stille $(t=t_i/t_f=b/t_\emptyset=bt_\emptyset)$.

In einem einzigen Takt zusätzlich zum Takt deiner Periode mit deiner Schweigezeit $(T_m=bT_\emptyset)$, existiert noch immer in seinem Inneren aufgrund der Operation H, die Beats der Zeiteinheiten mit ihren Zeiten der Stille $(T_m=bT_\emptyset \backslash bt_\emptyset bt_\emptyset)$, das Ergebnis davon macht den ersten Schlag doppelt so stark wie die anderen $(T_m=(b\backslash bt_\emptyset)/(T_\emptyset\backslash bt_\emptyset)= 2bt_\emptyset bt_\emptyset)$, und der Soundeffekt wird die rhythmische Kadenz des Taktes genannt $(C_r=2bt_\emptyset bt_\emptyset)$, das eine Schlaggeschwindigkeit hat, die als rhythmisches Tempo des Takts bezeichnet wird und umgekehrt proportional

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL NÚCLEO DO CONHECIMENTO
REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959
https://www.nucleodoconhecimento.com.br

zur Periode dieser Zeiteinheit ist $(A=\frac{1}{t})$, skaliert in Schlägen pro Sekunde (bps) oder Schläge pro Minute (bpm).

Je kürzer in diesem Zusammenhang diese Zeiteinheit ist, desto größer ist das rhythmische Tempo dieser Schläge, das in einem physischen Körper in seinem Wirkungsbereich zwei rhythmische Bewegungen liefert, von denen eine als Rhythmic Regency bezeichnet wird $(R_r \rightarrow A)$, wo ein Körper, ohne seine Ruheposition zu verlassen, der Bewegung des rhythmischen Tempos dieser Schläge folgt, und ein anderer namens rhythmischer Tanz $(D_r \rightarrow A)$, wo sich ein Körper von seiner Ruheposition zu anderen unterschiedlichen Positionen bewegt, abhängig vom rhythmischen Tempo dieser Schläge.

8.1 GESETZ DER TONISCHEN AKZENTUIERUNG VON BARRES

Die Eigenschaft, dass der erste Schlag der Zeiteinheit eines Taktes stärker ist als die anderen Schläge im gleichen Takt $(T_m=2bt_{\emptyset}bt_{\emptyset}bt_{\emptyset}\ldots)$ entstand das Gesetz der tonischen Akzentuierung der Takte, das auf prägnante Weise jede Musiknote markiert, die diese erste Position in den Takten eines Rhythmus einnimmt. Betonen Sie auch jede Silbe eines Wortes, das diese Position einnimmt, und ändern Sie seine orthographische tonische Betonung oder nicht, unabhängig von der gesprochenen Sprache der Welt. Wenn an dieser Position eine Pause und an der nächsten Position eine Musiknote platziert wird, tritt ein musikalischer Effekt namens Contratempo auf.

8.2 STRUKTUR EINES VERBUNDENEN KOMPASSES

Ein Takt wird zusammengesetzt genannt, wenn mehr als eine unterschiedliche rhythmische Kadenz in seiner Periode auftritt (T_m), durch andere unterschiedliche

RC: 127503
Verfügbar in: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/mathematischen-olympiaden/mathematische-struktur-der-musik

Zeiteinheiten gebildet $(t_1, t_2,..., t_n)$. In diesem Fall kann der zusammengesetzte Balken entweder melodisch oder harmonisch sein.

Beim Melodic Compound Measure hängen die rhythmischen Kadenzen der Zeiteinheiten von der Operation ab $M(C_m=C_{m1}/C_{m2}/...=C_{m1}C_{m2}...)$, was zu einer melodischen rhythmischen Kadenz führt $(C_m=2bt_{\emptyset 1}bt_{\emptyset 1}...2bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}...)$. Dazwischen entsteht ein melodisches rhythmisches Tempo $(A_m=A_1/A_2=A_1A_2)$, eine melodisch-rhythmische Regentschaft $(R_r=A_m)$und ein melodischer rhythmischer Tanz $(D_r=A_m)$.

Beim Harmonic Compound Measure sind die rhythmischen Kadenzen der verschiedenen Zeiteinheiten und abhängig von der Operation H $(C_h=C_{m1}\backslash C_{m2}=C_{m1}\backslash C_{m2})$, was zu einer harmonischen rhythmischen Kadenz zwischen ihnen führt $(C_h=bt_{\emptyset 1}bt_{\emptyset 1}...\backslash bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}...)$.

Vorausgesetzt, dass $t_1=bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}...$, die resultierende Rhythmische Kadenz wird durch die Zeiteinheit mit der kürzesten Dauer bestimmt $(C_h=3bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}...3bt_{\emptyset 2}bt_{\emptyset 2}...)$, in diesem Fall ist das resultierende harmonisch-rhythmische Tempo durch die Periode der kleinsten Zeiteinheit gegeben $(A_h=A_1\backslash A_2=A_2)$, mit seinem rhythmisch harmonischen Dirigieren (R_h) normalerweise eine Funktion des rhythmischen Tempos der größten Zeiteinheit $(R_h=A_1)$ und sein rhythmischer harmonischer Tanz (D_h)je nach rhythmischem Tempo in Dur und Moll $(A_1 \leftrightarrow D_h \leftrightarrow A_2)$.

8.3 HARMONISCHER RHYTHMUS

Die rhythmische Kadenz eines Taktes ist normalerweise melodisch $(C_m=2bt_\emptyset bt_\emptyset...)$, da seine Zeiteinheiten eine Funktion der Operation sind M $(T_m=t/t/t/...)$. Dieser Rhythmus kann jedoch harmonisch sein (C_h) mit den Perioden seiner Zeiteinheiten als Funktion der Transaktion $H(T_h=t\backslash t\backslash t\backslash...=t)$, was zu einer einzigen Zeiteinheit mit ihrer melodisch-rhythmischen Kadenz führt $(C_h=nbt_\emptyset)$. Zum Beispiel, wenn eine Gruppe von Menschen für eine gewisse Zeit schweigt oder wenn mehrere Uhren synchron laufen.

9. SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Dieser Artikel zielte darauf ab, eine algebraische Sprache zu entwickeln, um Musik mathematisch zu strukturieren, indem nur Buchstaben, Zahlen und Symbole verwendet werden, um die Klänge von Musiknoten auf alphanumerische Weise zu schreiben, die ihre wichtigsten Klangeigenschaften darstellen, wie z. B.: Frequenz (f), Amplitude (a) und Dauerzeit (t), in einem einzigen Ausdruck $x=aft$ eine Schallwelle zu identifizieren.

Am Ende scheint es, dass die Mathematik der Musik erst mit der Entwicklung von Operation möglich wurde H und seine umgekehrte Operation M, Bereitstellung der Gruppierungen von Schallwellen von Musiknoten bzw. Formationen von Harmonien von Instrumentalbegleitungen und Melodien, die jederzeit in der Inspiration eines Komponisten erscheinen, wodurch das Studium der Musik einfacher wird, mit einer Klangsprache, die verständlicher und an die Zeit angepasst ist Technologie der wissenschaftlichen Studien der Musikwissenschaft. Schließlich kann mit der Demonstration der mathematischen Struktur der Musik gesagt werden, dass eine musikalische Komposition eine mathematische Struktur des Klangs ist.

VERWEISE

ALMADA, Carlos. **Harmonia Funcional**. Editora Unicamp, 2ª Edição, 2012.

GUEST, Ian. **Harmonia – Método Prático**. Editora Luminar. Vol. 1, p. 33 a 41, 2020.

HELERBROCK, Rafael. Intensidade do som. **Mundo da educação**, s.d. Disponível em: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/velocidade-intensidade-som.htm. Acesso em: 22 de julho de 2022.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. Progressão geométrica. **Brasil Escola**, s.d. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/matematica/progressao-geometrica.htm. Acesso em? 22 de julho de 2022.

VIANA, Arnóbio Araújo. A operação harmonização (H) e sua inversa operação melodiação (M). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 07, Ed. 03, Vol. 03, pp. 144-171. Março de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/matematica/operacao-harmonizacao, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/matematica/operacao-melodiacao. Acesso em: 22 de julho de 2022.

Gesendet: Juli 2022.

Genehmigt: August 2022.

[1] Studium der Elektrotechnik, op. Elektronik von der Bundesuniversität Pará-UFPA. ORCID: 0000-0001-7010-9114.