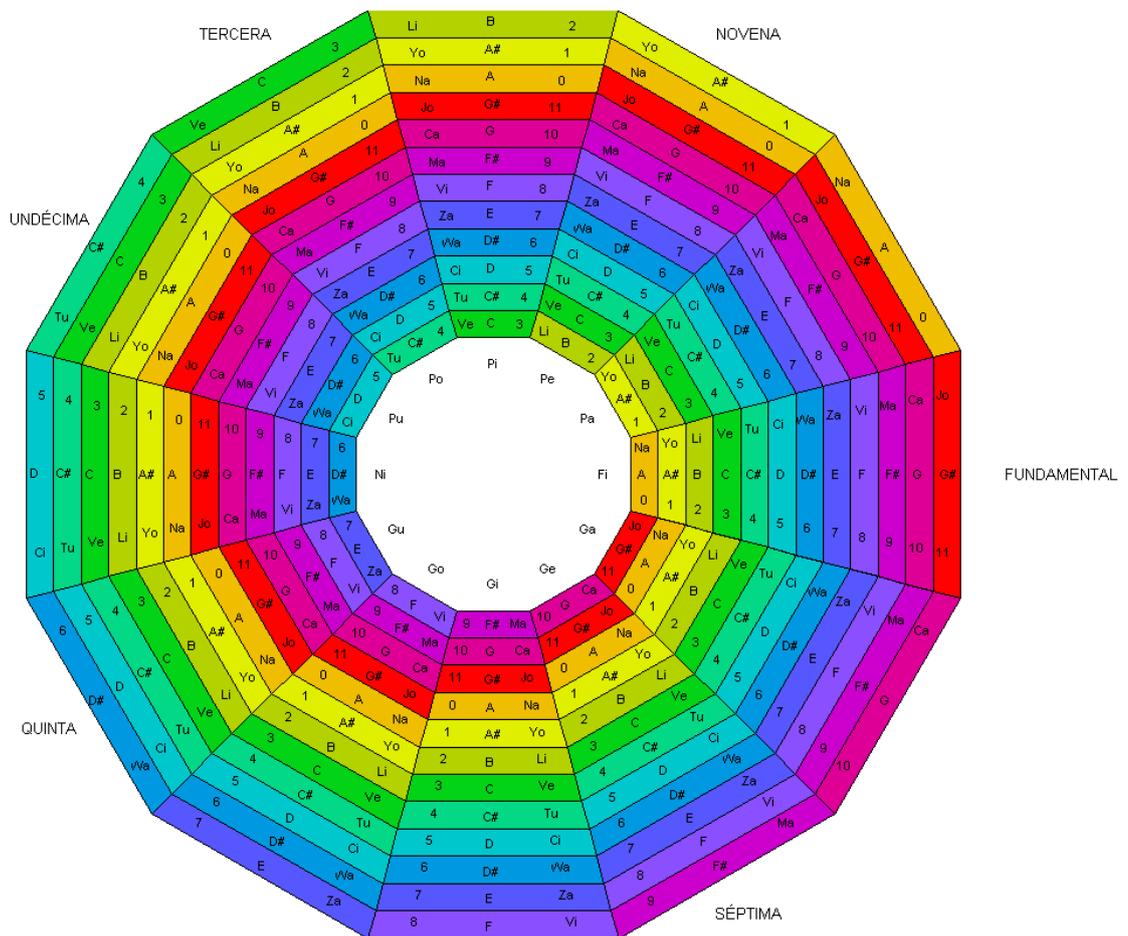


rayotu

Una correspondencia sinestésica basada en doce patrones físicos elementales, que permite representar de forma unificada crominancias ópticas y acústicas, y por extensión: muchas otras cantidades de carácter cíclico.

ÁBACO DE TRANSPOSICIÓN MUSICAL BASADO EN COLORES



A Johannes Kepler

Antonio Fernández Fernández

Fecha de creación 20020217
Edición: 20130510

Doce notas
doce colores.
El sueño de la razón.
¿Cuál es la razón del
sueño
de domar al poTro Tifón?

Tabla de contenido

1	PREGUNTAS FRECUENTES.	7
1.1	¿QUÉ ES RAYOTU?	7
1.2	¿EN QUE SE FUNDAMENTA RAYOTU?	7
1.3	¿A QUÉ ASPIRA RAYOTU?	7
1.4	DÓNDE PUEDO CONSEGUIR UNA GUÍA BREVE PARA COMENZAR A USAR RAYOTU EN MÚSICA?	8
1.5	¿CÓMO ESTÁ ESTRUCTURADO RAYOTU?	8
1.6	¿PARA QUÉ SIRVE RAYOTU?.	9
1.7	¿POR QUÉ UTILIZAR RAYOTU?	10
1.8	¿EN QUÉ SE DIFERENCIA RAYOTU DE OTROS CÓDIGOS DE COLORES PARA IDENTIFICAR SONIDOS?	11
1.9	¿QUÉ PUEDE APORTAR RAYOTU AL ACERVO LINGÜÍSTICO DE SUS USUARIOS?	12
1.10	¿ES RAYOTU UN PROGRAMA COMPLETO?	13
1.11	¿QUÉ PARTES DE RAYOTU SON ESTABLES EN LA VERSIÓN 1.0?	13
1.12	¿ES RAYOTU PATENTABLE?	14
1.13	¿CÓMO SE ELIGEN LOS ALFABETOS SILÁBICOS DE RAYOTU?	14
1.14	¿QUÉ OBJETIVOS GUÍAN A PERSPECTIVA12 AL DESARROLLAR RAYOTU?	15
1.15	¿CÓMO SUENA RAYOTU?	15
1.16	ALGUNOS EJEMPLOS	15
2	ESTRUCTURA Y PRIMITIVAS DE RAYOTU	16
2.1	EL NÚCLEO	17
2.1.1	Las primitivas (alfabetos silábicos)	17
2.1.2	Base numérica constructiva de rayotu	17
2.1.3	Primitivas absolutas: RAYOTU	18
2.1.4	Primitivas relativas	20
2.1.5	Primitivas quirales (Preliminar: Tema abierto)	25
2.2	LAS APLICACIONES.	27
3	FUNDAMENTOS	27
3.1	PERSPECTIVA HISTÓRICA Y ESTADO DEL ARTE.	27
3.2	DE LOS SOPORTES ONDULATORIOS DE LA INFORMACIÓN.	28
3.2.1	Luz y sonido.	28
3.2.2	Un análisis comparado de los sistemas fonométrico y fotométrico humanos.	32
3.3	DE LA CARACTERIZACIÓN Y PROPIEDADES DE LAS SEÑALES DE BANDA ESTRECHA (SBE).	36
3.3.1	Descriptores de señales de banda estrecha.	36
3.3.2	De las distorsiones inducidas en las SBE por su tránsito a través de medios materiales	36
3.3.3	Los descriptores: Tono y Clase de Tono de una SBE.	37
3.4	FUNDAMENTACION DE LA ARQUITECTURA DE RAYOTU.	41
3.4.1	El número 12	42
4	PATRONES DE CORRESPONDENCIA Y EXPRESIÓN DE RAYOTU.	49
4.1	INTRODUCCIÓN.	49
4.1.1	¿Qué es un patrón expresivo?	49
4.2	LA CORRESPONDENCIA DIRECTA.	49
4.3	LA CORRESPONDENCIA CROMÁTICA CICLOMIZADA.	50
4.3.1	Referencia ISO 16	52
4.3.2	Referencia MKS	55
4.4	EXPRESIONES POLICRÓMICAS DISCRETAS Y DIVISIBLES DE LAS PRIMITIVAS RAYOTU.	56
4.4.1	Caracteres	56
4.4.2	Expresiones tricromicas	56
4.5	CORRESPONDENCIA CON NÚMEROS MIDI	59
5	UTILIZACIÓN DE RAYOTU EN LA COMUNICACIÓN MUSICAL.	59
5.1	DESIGNACIÓN DE SECUENCIAS DE NOTAS.	59

5.1.1	Grados de laxitud en la formulación de un enunciado musical. Técnicas normalizadas de solfeo. Ventajas de la sinonimia.	59
5.1.2	Solfeo absoluto	59
5.1.3	Solfeo relativo	59
5.1.4	Mezcla de modos	59
5.1.5	Notas indeterminadas	59
5.1.6	Salto de más de media octava	60
5.1.7	Ejemplos	60
5.2	DESIGNACION DE FUNCIONES TONALES	61
5.3	DESIGNACIÓN DE INTERVALOS	61
5.3.1	Uso de sufijos pronunciables para designar intervalos	61
5.4	DESIGNACION DE ACORDES Y SECUENCIAS POLIFÓNICAS	64
5.4.1	Designación de acordes referidos a una escala implícita.	64
5.4.2	Designación explícita de acordes.	65
5.4.3	Designación de acordes por su naturaleza tonal.	66
5.4.4	Designación de acordes con banderas	66
5.4.5	Designación de acordes con átomos de tuncado	66
5.5	DESIGNACIÓN DE MODULACIONES	67
5.5.1	Designación de intervalos referenciados a cierta nota común.	68
5.6	OTRAS REPRESENTACIONES SILÁBICAS DEL GRUPO MODULAR DEL 12 (CAMBIAR DE CONTEXTO)	69
5.7	EXTENSION DE FI5KI A GRUPOS DISTINTOS DEL DEL 12.	70
5.8	DESIGNACION DE FRECUENCIAS (PRELIMINAR).	70
5.8.1	Uso del indicadores de tiempo y frecuencia	70
5.8.2	Designación de una frecuencia.	71
5.9	DESIGNACIÓN DE PERMANENCIAS. UNIDADES LOGARITMICAS DE PERMANENCIAS.	72
5.9.1	Distinción entre duración, latencia y marca de tiempo.	72
5.9.2	Designación de la frecuencia asociada a la duración del compás.	73
5.9.3	Secuencias coordinadas de armonía-ritmo. (Sacar a un documento independiente)	75
5.9.4	Caracterización RAYOTU de tasas estocásticas de sucesos.	76
5.10	DESIGNACIÓN DE SILENCIOS, SEÑALES DE BANDA ANCHA.	77
5.10.1	Designación de los silencios.	77
5.10.2	Designación de notas desconocidas.	77
5.10.3	Paquetes percusivos (concentrados de alta frecuencia).	77
5.11	DESIGNADORES DE CONTEXTOS.	77
5.11.1	Contextos armónicos.	77
5.11.2	Contextos rítmicos.	77
5.11.3	Designación de señales de banda ancha (percusivas) Ruidos blancos y coloreados(marrón ,rosa etc). Designación del exponente característico.	78
5.11.4	Intervalos asociados a las notas especiales.	78
5.12	DIAGRAMAS DE BOLAS.	78
5.13	CODIFICACIÓN DE NÚMEROS	78
5.13.2	Ajuste de la frecuencia de referencia para que el cromatismo coincida con el residuo.	80
5.13.3	Criterios de selección de los códigos silábicos.	81
6	APLICACIONES RAYOTU:	84
6.1	CATEGORÍAS EXPRESABLES MEDIANTE RAYOTU.	84
6.2	LA DISPOSICION ESTANDAR:	84
6.3	ÁBACO DE RUTAS COMPOSITIVAS !!!	84
6.4	ÁNGULOS DETERMINADOS. RAÍCES COMPLEJAS DE LA UNIDAD	85
6.5	ÁNGULOS CENTRADOS.	86
6.6	ROSETA DE DIRECCIONES: RUMBOS	86
6.7	DURACIÓN, VOLATILIDAD , FRECUENCIA Y TIC TAC	87
6.8	PENTAGRAMA.	88
6.9	ETIQUETADO DE LAS INTERFACES HOMBRE-MÁQUINA DE ALGUNOS INSTRUMENTOS MUSICALES TRADICIONALES	90
6.9.1	Guitarra	90
6.9.2	Violín	90
6.9.3	Piano	90
6.10	CODIFICACIÓN DE TIC TACS Y PERMANENCIAS.	91
6.11	INTERFAZ HM DE RELOJ DE CICLO ANUAL (CALENDARIO)	91

6.12	CALENDARIO CHINO	92
6.13	INTERFACE HM DE RELOJ HORARIO DE CICLO SEMIDIARIO.	93
6.14	CALIDADES DE TEMPERATURA.	94
6.14.1	Una paradoja perceptiva con respecto a la intuición humana de la temperatura.	96
6.15	CROMODINÁMICA CUÁNTICA.	96
6.16	ETIQUETADO DE LAS CARAS DE UN DODECAEDRO. “PRINCIPIO DE HORROR AL VACÍO”.	99
6.16.1	Elecciones en la forma de secuenciar las caras.	99
6.16.2	Imposibilidad de asignar un ordenación de las caras basada en el grupo modular del 12 sin romper la simetría. Axiomas patron adicionales	99
6.16.3	Algoritmo de ‘horror al vacío’.	99
6.17	BIOELEMENTOS.	99
6.17.1	Aplicaciones	99
6.18	ETIQUETADO Y DESIGNACIÓN DE LAS ARISTAS DE UN CUBO.	99
6.19	CODIFICACIÓN DEL LENGUAJE DE GÖDEL.	100
6.20	NUCLEÓTIDOS. BASES NITROGENADAS	101
6.20.1	Ejemplo de codificación rayotu de una secuencia de nucleóticos.	102
6.20.2	Codificaciones de los 20 aminoácidos constitutivos	102
7	REFERENCIAS	103
8	DESIDERATA Y FÉ DE ERRORES:	105
8.1	OJO: EN LAS EDICIONES A PARTIR DE 20120128 HAN CAMBIADO EL RAYOTU EN EL NUCLEO	105
8.2	CAMBIAR EN CASI TODOS LOS SITIOS PITCH CLASS POR CLASE DE TONO.	106
8.3	DOCUMENTAR LA CONVENCION DE DESIGNAR EL DOMINIO DE UN ACORDE CON LA TERMINACION R.	106
8.4	METER UN RESUMEN DE CONVENCIONES	106
9	SCRATCH	108
9.1	¿POR QUÉ RAYOTU SE LLAMA “RAYOTU”?	108
9.2	FRECUENCIAS Y COLORES	108
9.3	FI5KI Y NoDo	109
10	PLANTILLAS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-1: Nomenclatura rayotu de los elementos del grupo SU3	97
Figura 10-1: Nomenclatura rayotu de los elementos del grupo SU3	112

1 Preguntas frecuentes.

1.1 ¿Qué es *rayotu*?

rayotu es un lenguaje sintético verbalizable y sencillo (una especie de *mini-esperanto* de la [sinestesia](#), que utiliza un sistema de símbolos construido sobre el grupo cíclico del 12 para designar fenómenos y categorías, que, -por una u otra razón-, resulte conveniente clasificar con alfabetos cuya cardinalidad sea el número 12 o alguno de sus divisores.

1.2 ¿En que se fundamenta *rayotu*?

rayotu tiene una triple fundamentación, empírica, matemática y [estesiométrica](#).

Desde el punto de vista empírico, **rayotu** se basa en patrones físicos de caracterización de los *aspectos puramente temporales* de las Señales de Banda Estrecha (**SBE**¹), con independencia de su constitución concreta (óptica, acústica o de otra índole).

Matemáticamente, **rayotu** aprovecha las abundantes simetrías y las especiales propiedades numéricas del cardinal 12.

rayotu está orientado a la ergonomía y a la eficacia de la comunicación humana, y hace uso de ciertas propiedades compartidas por los estímulos visuales (colores) y los auditivos (notas musicales), y de recursos de procedentes de varios lenguajes naturales; para definir un sistema de designadores homogéneo, intuitivo y articulable.

1.3 ¿A qué aspira *rayotu*?

Además de establecer designaciones bien fundamentadas de patrones de conversión optoacústica, **rayotu** establece un programa de propuestas para nominalizar primitivas (auditivas y visuales) de comunicación humana con los siguientes objetivos:

¹ Utilizo el término: “señal” con el sentido de “fenómeno histerizable”; es decir :una señal es un fenómeno físico que puede ser descrito mediante una secuencia de números ordenados en el tiempo que pueden ser registrados mediante un sistema de histéresis. Una señal es en definitiva un fenómeno capaz de transportar información, que puede ser memorizado y reproducido con cierta fidelidad y fiabilidad finitas. Una señal es de banda estrecha si su ancho de banda Δf está distribuido alrededor de una frecuencia central f_c , de manera que $\Delta f / f_c \gg 2$

Ser adecuado simultáneamente:

para la comunicación humana en sus vertientes escrita verbal, auditiva y visual;
para el tratamiento automatizado de la información.

Tener razonablemente optimizadas las siguientes características:

Monosilábico: Una sílaba= Un concepto.

bien estructurado.

poco ambiguo.

sencillo,

inteligible

suficiente

operativo

conciso

Ser de libre adhesión y acceso para personas y organizaciones.

1.4 Dónde puedo conseguir una guía breve para comenzar a usar rayotu en música?

Consulte esta guía del para el [uso de rayotu en música](#).

1.5 ¿Cómo está estructurado rayotu?

rayotu está estructurado en dos capas. El núcleo y las aplicaciones.

En el **núcleo** se definen normativas de designación de descriptores y operadores elementales.

En concreto, el núcleo de **rayotu** especifica la definición de cuatro conjuntos de normativas primitivas:

patrones de Clase de Tono: (normativa **RAYOTU**).

Las primitivas de **RAYOTU** cuantifican el descriptor cíclico **clase de tono**² (En inglés "Pitch Class") [[Referencias](#)] asociado la frecuencia³ de una SBE, mediante 12 categorías silábicas

Patrones relativos y números cíclicos (ciclovectores) (normativa **FI5KI**)

² La Clase de Tono es una vieja conocida: tanto de los músicos, como de los diseñadores de algoritmos avanzados de procesamiento digital de señales ([Transformada Q](#)).[\[Referencia\]](#)

³ Para que se pueda asociar de forma suficientemente precisa a una señal, es necesario además que esta sea de *banda suficientemente estrecha*

designadores zonales relativos. (normativa U6D (Up 6 Down))

U6D está aún pendiente de concreción.

convenciones quirales. (normativa YIYA)

YIYA está aún pendiente de concreción.

Las **aplicaciones rayotu** incorporan al **núcleo rayotu** axiomas o convenciones adicionales ‘ad hoc’ para designar de forma simple, precisa, estructurada e intuitiva, una variedad mucho más amplia de objetos y fenómenos de diversa índole.

1.6 ¿Para qué sirve *rayotu*?

Básicamente **rayotu** es un patrón de codificación; es decir: una sistemática que sirve para representar unas cosas mediante otras.

rayotu está ideado para ser un lenguaje preciso y bien estructurado: adecuado para su tratamiento automatizado, y a la vez poder poder permear de forma suave y no disruptiva en las lenguas naturales humanas que: a día de hoy, carecen de recursos precisos y unificados para designar entidades multimedia.

Además **rayotu** está diseñado a partir de patrones empíricos⁴ elementales. Esta estrategia, minimiza la cantidad de prejuicios axiomáticos que se deben establecer para definir el lenguaje, y logra un lenguaje menos arbitrario, y en consecuencia, más fácil de memorizar y más robusto.

Algunas utilidades concretas y aplicaciones de **rayotu** son las siguientes:

- representar y comunicar enunciados musicales de forma eficiente, precisa, flexible, sistemática y verbalizable.
 - En particular: desde el punto de vista de la composición y la didáctica musicales, **rayotu** soluciona eficientemente un gran número de limitaciones expresivas de los sistemas de solfeo y notación musical tradicionales.
- ofrecer al programador una fuente estructurada de variables metasintácticas [[Referencia wiki](#)] para programar.
 - En este sentido, se calcula que en la elaboración de programas informáticos que involucran la computación de intereses contrapuestos o la implementación de paradigmas de la teoría de juegos, el **xxx%** del tiempo se dedica a decidir el nombre de los actores [[referencia](#)]
- reducir el tiempo que se dedican los programadores a establecer los prejuicios⁵ de comunicación a que se refieren a los interlocutores. (algo así como el “nivel 8 OSI” o nivel de usuario), en el diseño de un programa informático.
 - [Poner un ejemplo \(MIDI\).](#)

⁴ Por ejemplo la asociación entre la clase de nota Ve (Do) y el color verde esta mediada por un criterio de equivalencia simple y bien definido empíricamente.

⁵ La palabra prejuicio (pre-juicio): no pretende ser peyorativa en este contexto, sino que se refiere a los patrones axiomáticos intercontextuales que resulta obligado “dictar” con carácter previo a una comunicación.

- aumentar la inteligibilidad y fiabilidad de las aplicaciones informáticas que lo utilizan, tanto desde el punto de vista del programador como desde el punto de vista del usuario.
- mejorar de forma natural la accesibilidad de las personas discapacitadas a las tecnologías de la información y la comunicación.
- aprovechar la intuitividad y las ventajas aritméticas de las codificaciones numéricas que utilizan el 12 como base [[Referencia Interna](#)].
- Usando **rayotu**, resulta posible sistematizar
 - la codificación verbal de imágenes,
 - la representación acústica e informática de imágenes.
 - viceversa: La representación cromática de cualquier señal portadora de información.(acústica o eléctrica).

Las aplicaciones de **rayotu** permiten designar de forma unificada diversos fenómenos, objetos y modelos. Por ejemplo.

- Clases de nota de señales de banda estrecha
- Tintes ópticos
- Colores
- Fases y Angulos
- Elementos de translación cíclica (Ciclovectores)
- Números.
 - Cuerpos finitos
 - Naturales y Enteros
 - Racionales y Gaussianos.
 - Subconjuntos de la circunferencia unidad en el plano de Argand.
- Frecuencias y duraciones en unidades logarítmicas Pitch Class y Durative Class
- Teselaciones del plano y la esfera de Riemann basadas en cuadrados, triángulos y hexágonos.
- Descripciones cíclicas de marcas de tiempo (relojes)
- Rumbos
- Etc. etc. (Ver aplicaciones)

1.7 ¿Por qué utilizar **rayotu**?

rayotu aporta a sus usuarios las siguientes ventajas

- Alfabeto basado en unidades silábicas (solfeable)
- Sustentado en patrones físicos objetivos y reproducibles.
- Expresable en cuatro formas relacionadas que pueden ser simultáneas:
 - Escrita
 - Verbal
 - Óptica
 - Acústica
- Fácil de memorizar y transcodificar
- Potente:
 - La transcodificación reproducible de cualquier evento multimedia requiere pocas convenciones adicionales.Cualquier

- Escalable: con capacidad para evolucionar.
- Gratis: No es necesario adquirir ninguna licencia de uso ni pagar ningun derecho para poder utilizar **rayotu** en la educación o en la industria,

1.8 ¿En qué se diferencia **rayotu** de otros códigos de colores para identificar sonidos?

A diferencia de los numerosísimos códigos de colores que se han propuesto para identificar sonidos [Ref], cuyas definiciones resultan arbitrarias o fuertemente dependientes de apreciaciones subjetivas particulares, **rayotu** emana un estándar natural y objetivo *casí* libre de prejuicios: el patrón físico de clasificación de las señales de banda estrecha por **clases de tono**.

La clase de tono de una Señal de Banda Estrecha es una cantidad de magnitud que puede ser definida de forma coherente con independencia de de la naturaleza física concreta (óptica o acústica) de la señal. Dicha independencia es el patrón constructivo que utiliza **rayotu** elaborar onomatopeyas⁶ capaces de evocar de forma intuitiva sonidos audibles a partir de señales ópticas y viceversa.

rayotu aprovecha además la afortunada circunstancia de que el ancho de banda del sistema visual humano es aproximadamente⁷ de 1 Octava. Gracias a esta coincidencia, se pueden nombrar las clases de tonos mediante asociaciones con los colores percibidos con cada una de las clases de tonos situadas dentro del espectro visible, de foram biunivoca.

Las sílabas de **rayotu** está cuidadosamente elegidas para evitar colisiones lingüísticas tanto internas como con otros sistemas de designación musical de notas.

⁶ Onomatopeya se entiende aquí es un sentido algo particular, pero sinificativo.

⁷ Ligeramente inferior. El rango espectral que puede percibir el sistema visual humano va aproximadamente desde 400nm. Hasta 7500 nm, lo que resulta en un intervalo de casi una octava.

1.9 ¿Qué puede aportar rayotu al acervo lingüístico de sus usuarios?

rayotu pretende solucionar carencias en la designación normalizada de ciertas magnitudes de interés transversal en la música, en la física, en la ingeniería, en la psicología perceptiva, y en la estesiométrica. Más concretamente:

No existe una norma asentada sobre bases sólida que permita solfear de forma biunívoca cualquier melodía.

Tampoco existe una normativa que permita optimizar la codificación y procesado de estructuras musicales mediante autómatas.

La designación de los colores y las notas musicales en diferentes idiomas es imprecisa e inconsistente.

No existe un sistema dimensional de unidades de uso generalizado que permita designar de forma clara y diferenciada:

A los logaritmos en base 2 de las razones de frecuencias (Tono), ...

la parte fraccionaria de dichos logaritmos (Clase de tono).

No existe un alfabeto diferenciado para designar los elementos del grupo del 12, a pesar de que dichos elementos están presentes en numerosísimos modelos y patrones metrológicos de comunicación, tanto de la física como del lenguaje natural,

[\[Referencia dentro de este documento\]](#)

No existe un sistema de cifras diferenciado de uso generalizado que permita escribir números utilizando como base el número 12 en lugar del número 10, a pesar de las múltiples ventajas operativas del primero, entre las que se pueden destacar brevemente:

La abundancia en divisores y en subgrupos del número 12.

La Aproximación pitagórico-temperada $2^{\frac{7}{12}} \approx \frac{3}{2}$. En otras palabras: Los productos de potencias enteras de los dos primeros primos: -el 2 y el 3-, se aproximan muy bien a las potencias enteras de $\sqrt[12]{2}$)

La capacidad de los restos base 12 para clasificar los números primos con respecto a su carácter de primalidad en el anillo de Gauss y en el anillo de Eisenstein. [Ref.]

La simplicidad geométrica y conceptual de la división del círculo en 12 partes iguales.

No existe un estandar simple asentado sobre patrones capaz de codificar números mediante secuencias de colores.

¿

1.10 ¿Es *rayotu* un programa completo?

Definitivamente NO. A fecha 20121017 sólo algunas aplicaciones están definidas, y falta la axiomatización silábica de **U6D** y **YIYA**

La definición de cualquier elemento de **rayotu** requiere la asunción de prejuicios axiomáticos adicionales que deben ser elegidos de forma lenta, progresiva y consensuada de manera que se evite ahogar la evolución del lenguaje.

La idea es ir progresando en su definición de forma coordinada y consensuada mediante una web interactiva [\[referencia\]](#) de manera que se logre un consenso constructivo coordinado con aportaciones de las personas interesadas en obtener un “lenguaje del 12” lo mejor posible.

Definición de una propuesta:

Categoría a clasificar (Por ejemplo: Codificación de números reales positivos)

Nombre de la propuesta (Por ejemplo FINaTURP (o lo que sea))

Niveles de construcción de una propuesta

- 0) No registrado
- 1) Propuesta
- 2) Debate
- 3) Fundamentado
- 4) Aceptado (incorporado oficialmente en **rayotu**)

1.11 ¿Qué partes de *rayotu* son estables en la versión 1.0?

Del Núcleo:

	Aceptado	Fundamentado	Debate	Propuesta	Nombrado	No registrado
RAYOTU	20120404					
FI5KI	20100306					
U6D						
YIYA						

Aplicaciones

	Aceptado	Fundamentado	Debate	Propuesta	No registrado
Abaco compositivo				Depende de YIYA	
Otras					

1.12 ¿Es rayotu patentable?

rayotu no es patentable ni pretende ser objeto de una patente.

¿Por qué no es patentable?

Porque está basado en patrones físicos obvios.

¿Por qué no pretende ser objeto de patente?

Porque la vocación de **rayotu** es la de ser construido de forma colaborativa y utilizado de forma gratuita.

Propuestas

e-mail: rayotu@perspectiva12.com

Foro de discusión: no activo a 2012101018 www.perspectiva12.com

Facebook no activo a 2012101018 www.facebook.com

Tuenti www.twenti.com

1.13 ¿Cómo se eligen los alfabetos silábicos de rayotu?

La elección concreta de las sílabas que constituyen los símbolos de los diversos alfabetos de **rayotu** se realiza de forma arbitraria, pero sujeta a los siguientes requisitos (no siempre fáciles de conciliar)

Ausencia de colisiones (polisemia) con otras normativas establecidas para sonidos.

Exclusión de los fonemas “r” o “s” que se utilizan como fonemas terminales de enlace.

Además el fonema “f” está excluido de **RAYOTU**, (aunque no de **FI5KI**)

Pronunciabilidad y adecuación al solfeo.

Amplio margen de discriminación fonética.

Facilidad universal de memorización Para lograr este objetivo, las sílabas se elaboran a partir de un “refrito” de varias lenguas naturales populares. En concreto, las sílabas se construyen a partir de elementos fonéticos de vocablos designadores de objetos fuertemente coloreados en diversos idiomas: español, frances, ingles, alemán y chino mandarín.

El importante papel que el sistema vocálico del español desempeña en **rayotu** se debe no sólo a ser ésta la lengua materna del primer promotor [Ref.], sino también a la altísima discriminabilidad y simplicidad de su sistema de vocales .

1.14 ¿Qué objetivos guían a Perspectiva12 al desarrollar rayotu?

Perspectiva12, al fundar y promover el desarrollo y el uso de **rayotu**, pretende sentar las bases y metodologías para la codificación eficiente, comprensible y verbalizable de sistemas de categorías basadas en el grupo del 12.

1.15 ¿Cómo suena Rayotu?

Pincha en el siguiente enlace:

Rayotu suena [asi](#).

1.16 Algunos ejemplos

Aplicación. Codificación de melodías

Caso de estudio:Fragmento inicial de “Hora Staccato” de Grigoraş Dinicu.

Secuencia de clase de tono relativo

... gu

fi ga gi gu pu po pe fi

ga pupupu gapupupu

Secuencia de notas relativas. (convención de tildes para el salto de octavas)

... gu

fi ga gi gu pu po pe fi

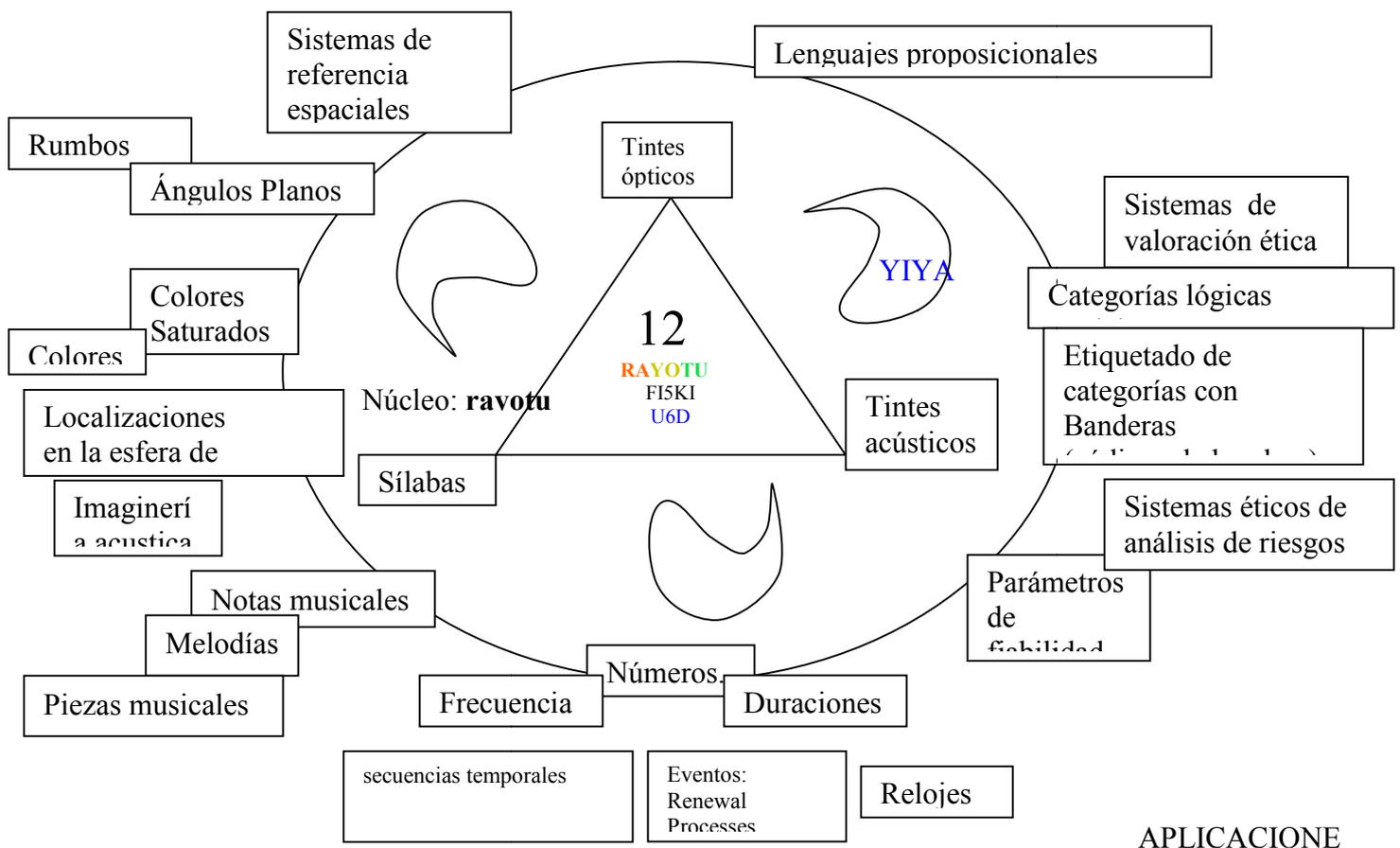
gapúpupu gápúpupu

[Secuencia de notas absolutas en la tonalidad original de la partitura de Grigoraş Dinicu.](#)

Acordes

2 Estructura y primitivas de rayotu

La estructura de **rayotu** se muestra en la figura 1 en donde el círculo del centro representa el núcleo , y alrededor, se disponen diversas aplicaciones,



Estructura básica de rayotu: núcleo y aplicaciones

2.1 El núcleo

2.1.1 Las primitivas (alfabetos silábicos)

El núcleo de **rayotu** está constituido por cuatro conjuntos de primitivas

- **Primitivas absolutas (RAYOTU)**: las primitivas absolutas son un alfabeto constituido por un conjunto de patrones axiomáticos capaces de sistematizar las relaciones entre el descriptor Clase de Tono de una señal, y tres categorías de fenómenos estesiométricos.
 - Manifestaciones visuales: La Crominancia o Tinte (*Hue*) de una señal luminosa.
 - Manifestaciones auditivas. La altura musical [] de una nota.
 - Manifestaciones lingüístico-computacionales. Sílabas de dos letras: una vocal y otra consonante, interpretables fonéticamente mediante axiomas heredados de reglas de lectura de lenguajes naturales.
- Primitivas relativas:
 - Primitivas ciclovectoriales.
 - Las primitivas ciclovectoriales están definidas en un alfabeto llamado **FI5KI**.
 - FI5KI significa First In +5 elementos + KI (Deidad mesopotámica que simboliza la unión entre el cielo y la tierra)
 - Primitivas ciclozonales primitivas ciclozonales se van a definir en un alfabeto llamado **U6D**.
 - U6D contiene 6 elementos Up y otros 6 elementos Down.
U6D no tiene cero ni FiNi

Primitivas quirales :Las primitivas quirales de **rayotu** (YiYa) son patrones silábicos que referencian prejuicios de representación quiral (izquierda-derecha, antes-después, positivo,negativo, etc)

2.1.2 Base numérica constructiva de rayotu

El grupo de patrones **RAYOTU**, utiliza criterios de clasificación de categorías que inducen en el conjunto de las señales registrables un conjunto cociente cuyo cardinal es 12. También FI5KI y U6D; son alfabetos cuya cardinalidad es 12.

La elección del 12 como ‘número mágico’ de **rayotu**, está ampliamente justificada como se analiza detalladamente en [Ref. interna]: A modo de resumen de forma resumida, podemos aquí decir que:

El 12 es un número pequeño, capaz de ser conceptualizado fácilmente, pero extraordinariamente flexible a la hora de ser factorizado, y está dotado de otras muchas sorprendentes singularidades y coincidencias aritméticas

12 coincide aproximadamente con el número de tintes saturados que el sistema optométrico humano es capaz de discriminar de forma absoluta.

El papel fundamental del 12 en **rayotu** permite su difusión natural en un amplio número de tradiciones musicales mundiales ⁸, que utilizan 12 categorías cromáticas de notas como paleta tonal constructiva de escalas. En mi opinión este hecho no es de ninguna manera casual. El proceso de composición musical (y muy probablemente también el sistema fotométrico humano [Ref.]) hacen abundante uso de las mismas propiedades aritméticas del número 12 que intenta aprovechar **rayotu**.

2.1.3 Primitivas absolutas: **RAYOTU**

RAYOTU (con mayúsculas) designa específicamente a los patrones de Pitch Class (clases de tono) de **rayotu**.

RAYOTU es un alfabeto constituido por los siguientes 12 patrones equiespaciados (temperados) de la magnitud Pitch class.

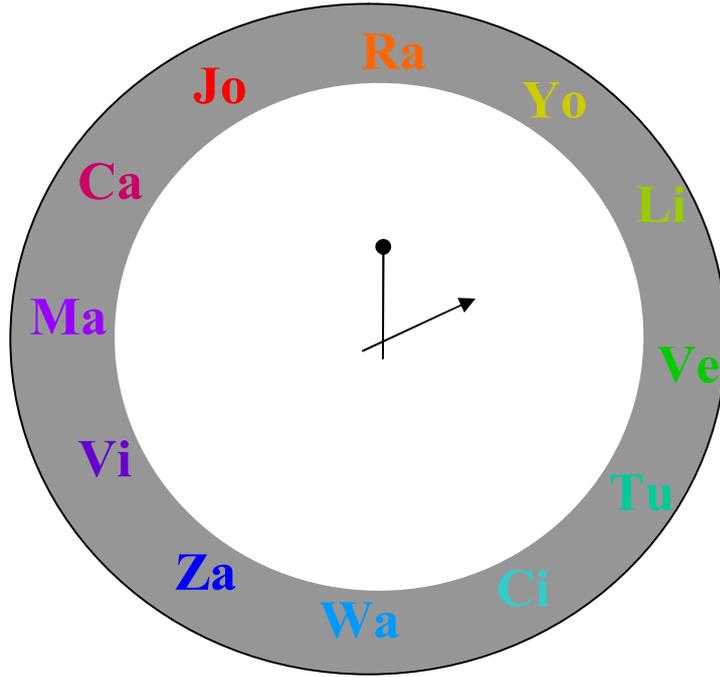
En notación lineal:

RAYOTU = { **Ca, Jo, Ra, Yo, Li, Ve, Tu, Ci, Wa, Za, Vi, Ma,** }

Y en notación circular:

[Por incluir]

⁸ Con las notables excepciones de las tradiciones musicales: Hinduista (22 tonos), y Árabe (24 tonos)
[REF Wikipedia]



2.1.4 Primitivas relativas

2.1.4.1 Primitivas ciclovectoriales. El alfabeto FI5KI

+ Producto cartesiano+ criterio de equivalencia vector libre→

Primitivas de FIPAPE (12 primitivas centradas)

Las primitivas se clasifican de la siguiente forma:

- Dos primitivas singulares:
 - Fi: (“First Input”) Designa al elemento neutro o vector de desplazamiento nulo.
 - Ki: (Diosa mesopotámica de la Tierra)
- Diez Primitivas regulares
 - Las primitivas regulares se construyen mediante la combinación de una consonante de signo (que indica el sentido del desplazamiento) y un a vocal que indica la el numero de saltos de semitono temperado que se aplican la frecuencia patrón de referencia (tónica). En este sentido
 - La consonante **P** indica signo “Positivo”, “Positive”, o “Plus”
 - La consonante **N** indica signo “Negativo”, “Negative”.
 - Las vocales {a e i o u} significan respectivamente {1 2 3 4 5}

Para designar al elemento de oposición o simétrico de FI, tenemos las siguientes restricciones:

- Debe contener a la volcal i por simetría
- No debe colisionar con ninguna silaba rayotu ni doremi.
- Debe tener alguna interpretación significativa
- Debe ser fácil de vocalizar cantando de forma discernible.

Esto da lugar a las siguientes alternativas

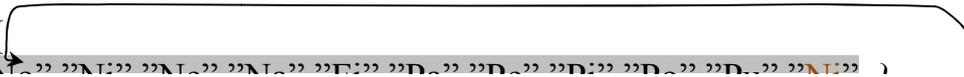
- Bi. Por ser homofónico con Vi: Violeta
- Gi por coincidor con ci Cian
- Di
- Fi Por coincidir con FI, Fase Inicial
- Gi
- Hi
- Ji

- Ki
- Li Por coincidir con Li Lima
- Mi Por coincidir con la nota Mi de DoReMi
- Ni Por coincidir con Ni=-3
- Pi Por coincidir con Pi?+3
- Ri
- Si Por coincidir con la nota Si de DoReMi
- Ti (Por coincidir con algunas convenciones para Sib en DoReMi)
- Vi (Por coincidir con Vi= Violeta)
- Xi
- Yi
- Zi Por ser homofónico con Ci=Cian
- Con lo que quedan las alternativas: Di, Gi, Hi, Ji, Ki, Ri, Xi, Yi
- Seleccionadas finales Ri y Ki
- Resultado final Ki: diosa mesopotámica de la Tierra. Unión entre Cielo y Tierra.

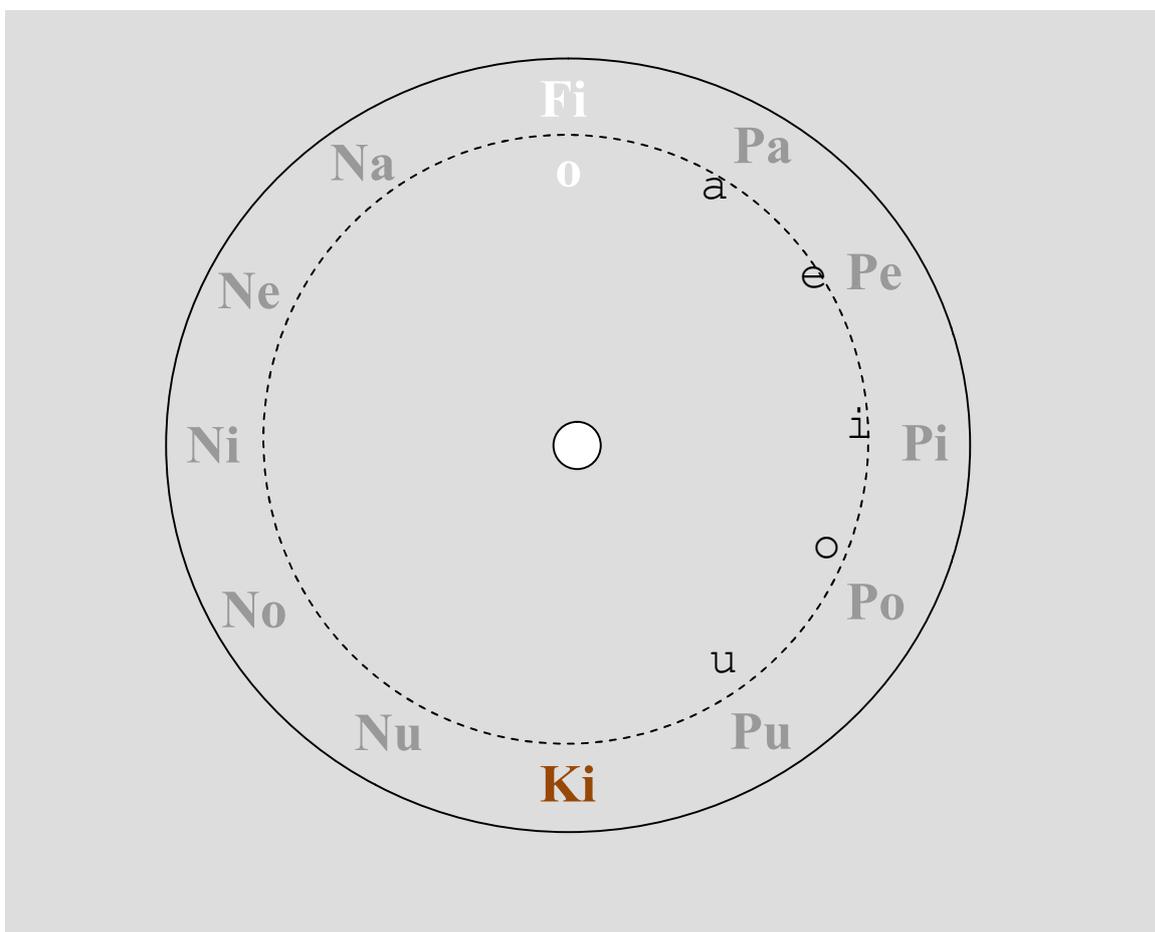
Designa al elemento simétrico de **Fi** o vector de oposición.

Con estas convenciones, y asumiendo además un prejuicio de quiralidad tal que los elementos más positivos se representa más hacia la derecha), el alfabeto FI5KI se representa como sigue:

En notación lineal:

FI5KI= {  }

Y en notación circular:



La convención **FI5KI** resulta muy adecuada para solfear, registrar o recordar una secuencia melódica con independencia total de su localización tonal absoluta concreta. Esta es una característica nueva de **rayotu** ausente en los sistemas de codificación musical tradicionales, que se echaba especialmente de menos debido al carácter relativo de la percepción humana de las relaciones armónicas [Ref.]

2.1.4.1.1 Generalización de FI5KI a FlvKI

La convención FI5KI ha sido construida de manera que pueda generalizarse fácilmente a grupos cíclicos centrados (con elemento neutro) FlvKi de cardinalidad par $n = 2v + 2$ diferente de 12, con sólo variar el número v de símbolos vocalicos permitidos.

Así, por ejemplo FI0KI={“Fi”, “Ni”} es una alfabeto binario no sesgado, útil por ejemplo para designar transiciones de fase en Mecánica cuántica, cambios de paridad en permutaciones. Etc. A diferencia de {“0”, “1”} que tiene sesgo (media) positiva ($1 = +1$), FI0Ki no asume ningún prejuicio sobre el signo de Ni.

Los elementos de FlvKI se pueden mapear con los enteros $F_i = 0$, $P_a = +1$, $G_a = -1, \dots$ etc; con la excepción de Ki; que da lugar a una indeterminación de signo: $N_i = \pm(v+1)$

2.1.4.2 Primitivas ciclozonales (**Tema abierto**)

Por completitud, sobre todo a la hora de utilizar rayotu para codificación de tonos y números no cíclicos, conviene definir otro alfabeto (**U6D**) diferenciado de **F15KI** para dividir la vuelta en 12 dominios conexos iguales. Si queremos que no haya ambigüedad, y el cardinal de símbolos del alfabeto es par (como ocurre con el 12) no podemos definirla centrada en el 0 tal se hace **F1vKI**, porque entonces el dominio KI introduce ambigüedad y/o resulta ser no conexo

La solución es definir nombres para los doce dominios centrados en los siguientes puntos (en unidades de vuelta) :

$$\left\{ -\frac{11}{24}, -\frac{9}{24}, -\frac{7}{24}, -\frac{5}{24}, -\frac{3}{24}, -\frac{1}{24}, +\frac{1}{24}, +\frac{3}{24}, +\frac{5}{24}, +\frac{7}{24}, +\frac{9}{24}, +\frac{11}{24} \right\} \cdot 1 \text{ Vuelta}$$

O en unidades de semitono temperado:

$$\left\{ -\frac{11}{2}, -\frac{9}{2}, -\frac{7}{2}, -\frac{5}{2}, -\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +\frac{3}{2}, +\frac{5}{2}, +\frac{7}{2}, +\frac{9}{2}, +\frac{11}{2} \right\} \cdot 1 \text{ Semitono Temperado.}$$

Con lo que resultan seis dominios positivos y otros seis dominios negativos que se pueden mapear con los primeros semienteros (spines fermiónicos) en unidades de semitono cromático.

Se requieren colaboraciones

Posibilidades de designación:

☹ A partir de los meses y el zodiaco. Pedir referencia a Completar con el fichero PPT

☹ Zodiaco galáctico

¿existe alguna posibilidad sistemática ?

¿Utilizando La U y la D

2.1.5 Primitivas quirales (**Preliminar: Tema abierto**)

Nombre del alfabeto: YIYA (de Ying Yang)

Caso de ejemplo ¿Cómo leer un libro que procede de una civilización desconocida?

Primitivas que deberían referirse a YIYa

- Sentido de numeración del tiempo (Caso de estudio: La flecha de transcurso de la histerización contenida un un libro escrito en una determinada civilización. ¿Cómo numera las fechas esa civilización? ¿Desde el pasado hacia el futuro o al revés? [*** Aimaras])
- Orden de matriciado, fila columnas capas (hojas)
 - quiralidad de las filas , columnas y hojas.
- Relaciones de escala (¿positivo lo más rápido o lo más lento?, ¿positivo lo más pequeño o lo más grande?)
- Endianess

Paridad material de la civilización. ¿Materia o antimateria? Los fotones no permiten identificar la paridad del origen de la información.

Flechas.

Referencia incremental

Vector que va desde las cantidades negativas hacia las positivas

Referencia quiral.

Referencias espaciales

Vector nunca → ojo del observador

Vector de campo (gravitatorio)

Vector izquierda → derecha

Referencia temporal

Vector antes → después

Referencias termodinámicas

Vector Negro → Blanco

Define el sentido de crecimiento de la Energía (¿Exergía?) ¿Temperatura?

2.2 *Las aplicaciones.*

Las aplicaciones, requieren el establecimiento de patrones axiomáticos adicionales. En este sentido **rayotu** se debería estructurar como un foro de elaboración regulado y consensuado orientado a armonizar la definición de dichos patrones axiomáticos de manera que se optimicen:

- la utilidad,
- la flexibilidad
- la fiabilidad
- la evolucionabilidad lingüística
- huyendo en lo posible de :
- la polisemia,
- la redundancia
- la insuficiencia.

3 Fundamentos

3.1 *Perspectiva Histórica y estado del arte.*

[[Óptica de Newton. Colores del círculo de quintas. Kepler La musica de las esferas](#)]

Alexandr Scriabin. Pantones.[[Meter referencias](#)]

El prejuicio de los 7 colores del arco iris. ¿Por qué 7 y no 9 o 14? ¿Por qué 12?

La notación musical actual viene impuesta mayoritariamente por razones históricas (Guido de Arezzo 1030, . Pag 20 de KAROLYI *****) y no está optimizada desde un punto de vista sofométrico, Debido a esta circunstancia, el aprendizaje musical y el desarrollo de la intuición armónica están sujetos a una curva de aprendizaje de muy bajo rendimiento.
Propuestas de solfeo alternativas

A día de hoy no existe una norma sobre bases sólidas que permita establecer un código fácil de manejar capaz de designar simultáneamente tonos y colores. Existen muchas propuestas de codificación ,pero la mayoría de ellas resultan ser arbitrarias y no están referidas a patrón objetivo alguno.

Incluso existen trabajos que realizan un esfuerzo evidente en la dirección adecuada [[Ref **** Patente. Ian Montgomery](#)], [pero limitada al etiquetado de instrumentos musicales, y definidas sin una sistemática precisa de interconversión fono-optica.](#)

3.2 De los soportes ondulatorios de la información.

3.2.1 Luz y sonido.

Es sabido que la luz y el sonido son fenómenos ondulatorios de naturaleza física bien diferente.

La manifestación más dramática de esta diferencia es la disparidad entre sus velocidades de propagación. Así, en el aire, el cociente $\frac{c_{luz}}{c_{sonido}} \approx 2^{20}$.

Por lo general, la velocidad del sonido se incrementa al hacerlo la densidad de los medios materiales, mientras que la de la luz, por lo general es más lenta cuanto mayor es la densidad del medio que atraviesa.

El sonido es modelado con éxito por la física como fluctuaciones mecánicas en la densidad de un cierto medio material (materia=agregado de fermiones) por lo común el aire,

Por otra parte, el modelo asumido por la física para la luz, una perturbación de naturaleza electromagnética (de tipo bosónico) que se propaga por el vacío sin necesidad de un soporte material (fermiónico *** Explicar esto).

Una vez puestas de manifiesto las diferencias, nos centraremos en las similitudes, que es de lo que trata fundamentalmente este trabajo.

En este sentido, las señales luminosas y las acústicas comparten un importante rasgo común. Como portadoras de información secuencial, ambos fenómenos pueden ser descritos analizados o percibidos con referencia a un patrón común: el dominio del tiempo. En consecuencia, los descriptores de las señales que tienen carácter puramente temporal (como duraciones y frecuencias) son comunes e independientes de la naturaleza física concreta de la perturbación que se propaga.

Como consecuencia, los descriptores de frecuencia de las señales trascienden también a la naturaleza física particular de la perturbación, ya que el dominio de la frecuencia es una *base descriptiva*⁹ de señales depende sólo a los aspectos temporales de las mismas¹⁰.

⁹ Base constructiva. Es un modelo axiomático sobre el que se codifica una descripción de un fenómeno. Es lo que matemáticamente designa como *variedad* (manifold), y por lo general se le exige el requisito de constituirse además en *variedad métrica y diferenciable* [Ref Penrose]. En la física, tanto el Espacio como el Tiempo, se modelan mediante variedades diferenciables. Otra bases constructivas algo menos

Esta orientación de la base descriptiva hacia *lo temporal* es capaz de generar *parametrizaciones*¹¹ de señales, que gozan de excelentes propiedades de invarianza, y por tanto de robustez y generalidad descriptiva, frente a otras bases descriptivas que pudieran pensarse, -como la longitud de onda, o el número de onda-, fuertemente dependientes del medio particular sobre el que se propaga la señal.

La abstracción del medio en el análisis de señales.:

En particular, la **frecuencia fundamental** de una perturbación es un parámetro que resulta ser invariante aun cuando la perturbación atraviese una clase de medios mucho mas amplia que los medios estrictamente lineales (medios que sólo producen distorsión armónica). De forma algo imprecisa, y por razones que escapan al ambito de este trabajo,, se podría afirmar que la frecuencia fundamental es un parámetro que se conserva bajo el único requisito de que el canal sea **no histérico** (no tenga memoria). Aún siendo cierto el párafo anterior, en un gran número de medios histéricos aparece habitualmente un comportamiento relativamente dócil, consistente en el escalado por una potencia entera de 2 de la frecuencia fundamental de la excitación.

La tinte es un invariante para un mucho mayor número de sistemas que la frecuencia fundamental. Esto explicaría porqué que el sistema auditivo, más interesado en reconocer patrones procedentes de la fuente con independencia del medio, determina el pitch class de forma diferenciada, y con mayor precisión y linealidad que la frecuencia fundamental.

habituales son: el dominio de la frecuencia, los dominios de escala (temporales o espaciales), la esfera de Riemann del sistema observador, etc.

¹⁰ En particular, la base numérica de una descripción en frecuencia, siempre puede recalibrarse entre una n-upla de comunicantes, con sólo exigir que los participantes compartan un convenio de tiempos puedan tener acceso a un mismo reloj patrón Dem. (esto tan sólo exige el que se pueda definir una base de tiempos coherente observable por todos los participantes, ya que entonces puede definirse un sistema de transmisión patrón independiente del canal que deja invariantes los periodos y por tanto las frecuencias) (aun con el pequeño inconveniente de que para parametrizar cualquier observación durativa (es decir ni instantánea ni eterna) en frecuencia hay que establecer además un criterio arbitrario de *eternización*, es decir de extrapolación de la señal en el eje de tiempos completo $(-\infty, \infty)$). Una vez establecido un convenio de tiempos: este criterio puede codificarse mediante un número complejo que determine la fase y frecuencia de repetición de la extrapolación.

¹¹ Una parametrización de un *elemento de realidad* (fenómeno) es un conjunto de numeros capaces codificar (es decir: de regenerar en un modelo funcional determinado, y con cierto éxito aproximativo finito) la información derivada de la observación del fenómeno. Desde una perspectiva lingüística, una parametrización se materializa como una codificación particular del fenómeno acorde con un modelo lingüístico implementable (*lenguaje*).

Indeterminación de la frecuencia fundamental de señales afectadas por distorsión armónica.

¿Por qué un Sol es un tipo de Do.?

La indeterminación de la octava de Ni. Paradoja de Sheppard Consecuencias sobre el sistema auditivo.

(comportamiento subarmónico). <NotaPie 6>

3.2.1.1 Subarmónicos

Aun en un gran número de medios históricos, el caso de sistemas históricos, la frecuencia operando en régimen de cascada de Feigenbaum, fuera del régimen caótico,

El comportamiento de muchos otros materiales responde de forma aproximada, para señales de poca energía, a una ley de transducción potencial de segundo grado. Este fenómeno (desafortunadamente llamado llamado transducción lineal) es aprovechado habitualmente por los sistemas de comunicaciones para realizar una transformación afín de la base descriptiva (dominio de la frecuencia) del espectro de la señal.

Para ello, se componen sobre dichos materiales, la señal que se quiere trasladar, y una señal sinusoidal de batido de frecuencia ajustable, de manera que el material sintetiza mediante su término de segundo grado la señal con desplazamiento deseado en el dominio de la frecuencia, que puede ser posteriormente purificada mediante procedimientos de filtrado.

siempre que el canal no tenga memoria mucho mas amplia que más general que los conocidos sistemas de transducción que la conserva inalterada entre la fuente y el receptor, con independencia de que en el trayecto se pudieren atravesar medios y sistemas de transducción de características bien distintas, con el unico requisito de que se exija a estos medios la propiedad de asintóticamente lineales, lo cual no significa en este contexto más que el hecho de que pueda definirse un tiempo común en el que describir los fenómenos, independiente del material.

Dicha independencia se conserva además en todos los sistemas de transducción lineales (convertidores de energía lumínica en sónica o viceversa), de manera que la

frecuencia caracteriza a una señal de forma en cierto modo absoluta e independiente de la clase de proceso (acústico o luminoso) a través del cual la señal se propaga.

Percepción 'cromática del oído' *****

Ante estas reflexiones, resulta evidente que existe una convención 'patrón' que permite convertir los colores puros en tonos puros y que dicha convención es independiente del observador, puesto que está basado en el escalamiento de la frecuencia de las señales asociadas a estas percepciones.

Tanto los sonidos que son reconocidos por el sistema auditivo como tonos como las señales que son reconocidas por el sistema visual como colores puros son casos de señales de banda estrecha, para las que puede hablarse apropiadamente de una frecuencia característica

rayotu es por tanto, un alfabeto para manejar y caracterizar señales de banda estrecha (Notas o colores puros)

Por una feliz coincidencia el rango de frecuencias que conforman el espectro óptico visible abarca aproximadamente una octava. Este hecho nos va a permitir establecer una correspondencia entre los colores visibles y las notas audibles que va a tener sentido desde el doble punto de vista perceptivo y físico.

3.2.1.2 Conexión contigua, conexión n-armónica y conexión p-armónica.

Una conexión es en este contexto, una relación de orden capaz de servir de base para la definición de una distancia (una métrica) en un conjunto.

Dos señales están más conectadas (pueden ser percibidas como próximas por un observador si:

Sus frecuencias fundamentales están próximas: Descriptor: afinación fundamental

Una puede obtenerse de una sucesión corta de pocos saltos n-armónicos y p-armónicos de índices pequeños.

3.2.1.2.1 Coherencia multidoblativa.

Definición:

Dos señales son **doblativamente coherentes** si sus clases de tono son suficientemente parecidas.

3.2.2 Un análisis comparado de los sistemas fonométrico y fotométrico humanos.

Aunque la sistemas optoperceptivo y fonoperceptivo humanos ¹² están contruidos de manera muy distinta, ambos comparten una característica común: *funcionan como analizadores de espectro*: es decir como instrumentos computacionales capaces de describir la distribución espectral (el '*desparrame energético en frecuencia*') de la señales que los excitan para extraer información, o bien de la fuente que las ha originado, o bien de los sistemas a través de los cuales han viajado.

Las magnitudes paramétricas resultantes de dicho análisis son codificadas, materializándose en estructuras biológicas de proceso históricas¹³ capaces de procesar, almacenar, y recuperar información.

Estas estructuras nerviosas son capaces de sintetizar a su salida números que codifican lo que perceptualmente llamamos Color -en el sistema visual- y Altura tonal - en el sistema auditivo-. Dichos números, por lo general son además, de la misma forma que en cualquier sistema computacional de análisis, ubicados de forma organizada con arreglo a una base constructiva apriorística¹⁴ particular de cada sistema de análisis concreto.

El resultado del análisis en frecuencia (espectro) de las señales que excitan a los sistemas visual y auditivo, es una componente fundamental de lo que se percibe (dimensión Naif Ref.) mediante los mismos.

Vamos a considerar los sistemas optoperceptivo y fono perceptivo humano desde una triple vertiente de resolución: frecuencial, espacial y temporal.

¹² En este trabajo se considerará a los sistemas optoperceptivo y fonoperceptivo humanos como sistemas abiertos que comprenden no sólo a los órganos de interfaz (ojos, oídos) sino también a todas las estructuras óseas, musculares, nerviosas o de cualquier otra índole que contribuyen al procesamiento de las señales.

¹³ Aquí emplearé la palabra 'histórico' en el sentido de: 'capaz de retener en su estado cierta información de lo acaecido en el pasado'. Desgraciadamente 'histórico' -derivado de histéresis e historia-, es homógrafo con 'histérico', en el sentido de persona que padece una determinada enfermedad mental.

¹⁴ En el sistema fonoperceptivo humano la 'base constructiva' es mayoritariamente una estructura de tipo temporal (secuencial); mientras que la base constructiva que utiliza el sistema optoperceptivo humano está mucho más ligada a aspectos espaciales (geométricos). Estas características de la percepción humana, no es en modo alguno una regla biológica categórica. (Piénsese en el sónar de los murciélagos (auditivo-geométrica), o en los fotocaptadores de los organismos unicelulares fotosensibles (optico-secuencial).

3.2.2.1 El sistema optométrico humano.

Es un receptor de fotones (energía electromagnética)

Puede resolver la localización espacial de múltiples fuentes.

hablando en términos aproximados, podríamos decir que asigna, en la fovea¹⁵ zona de máxima resolución (la fovea) una categoría direccional por cada unidad de ángulo sólido equivalente a un '*minuto redondo*', es decir un círculo cuyo radio angular es de un minuto de arco [Ref.]

Tiene una resolución bastante grosera en frecuencia. El hecho de que se puedan utilizar con éxito visualizadores RGB, que solo utilizan tres frecuencias para la síntesis, es una buena prueba de esta limitación. En consecuencia, podríamos decir que el ojo genera *casí* la misma respuesta frente a un estímulo conformado por la superposición de dos señales de frecuencias cercanas y el estímulo conformado por otra señal de alguna otra frecuencia intermedia a las dos primeras. (Ver figura ****)

El rango de frecuencias visibles es de algo menos de una octava (0.8 octavas) correspondiente a las longitudes de onda en el vacío que van desde unos 400 nm. (violeta) hasta unos 700 nm (rojo) ; lo cual corresponde a un rango de frecuencias desde unos 430THz (rojo), hasta unos 750THz (azul).

La resolución temporal del sistema fotoperceptivo humano es de unos 30Hz, lo que quiere decir que sólo las señales que cambian con más lentitud son percibidas como estímulos diferenciados temporalmente.

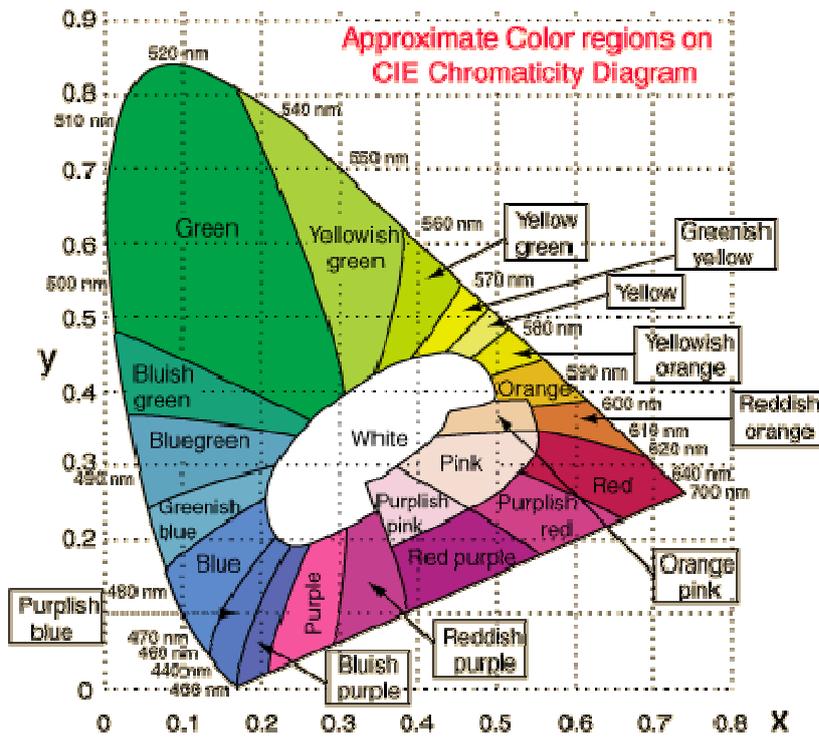
No invarianza cromática (no relatividad frecuencial)

El cerebelo. Patrones de dirección y flechas.

Visión estereoscópica Resolución en distancia radial

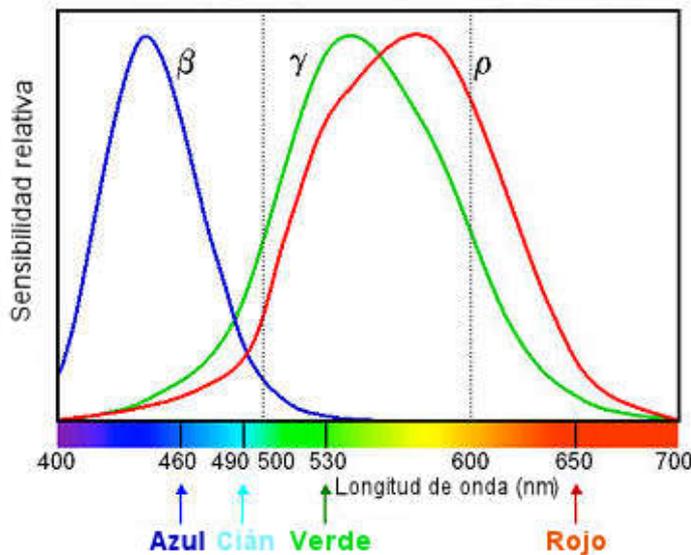
Límites de visibilidad	$\frac{\text{frecuencia}}{1\text{TeraHercio}}$	$\frac{\text{frecuencia}}{1\text{OctavaHz}}$	$\frac{\text{Longitud de onda}}{1\text{nanoMetro.}}$ (en el vacío)
Límite infrarrojo			
Límite Ultravioleta			

¹⁵ La fovea es la zona de



Sensibilidad espectral del ojo

Tres tipos de conos (ρ, γ, β) correspondientes aprox a R,G,B



3.2.2.2 El sistema fonométrico humano:

Es un receptor de fonones (energía mecánica)

El rango de frecuencias audibles es de aproximadamente unas 10^3 octavas (desde unos 16 Hz hasta unos 20Khz), aunque probablemente la percepción de las frecuencias fundamentales más bajas es táctil, percibiendose dichas frecuencias auditivamente sólo a través de sus armónicos. [Ref.]

Clasifica la localización de la fuente en sólo dos categorías. Una por cada oído.

Esta reducción a sólo dos categorías especiales queda en entredicho por la paradoja de Valentín. (Explicar)

Para hablar de la resolución en frecuencia hay que hacer dos apartados. Por una parte, el oído resuelve el tono relativo con mucha precisión. Probablemente lo clasifica en unas 50-100 categorías cromáticas que se perciben mucho más directamente en sentido relativo que absoluto. Esto presumiblemente significa que la sincronización asociada al procesamiento receptivo del sonido se realiza en 'lazo cerrado' extrayéndola de la señal excitadora de entrada. La percepción de la octava es mucho más difusa de manera que resulta mucho más difícil distinguir componentes de energía situadas en octavas adyacentes [Ref. SHEEPHARD]. Esto en realidad no es consecuencia de limitaciones estructurales del sistema auditivo, sino más bien de la propia configuración en el dominio de Fourier de las señales que hace imposible en principio discernir inequívocamente si la frecuencia fundamental asociada a un 'ideal de armónicos' en el dominio de Fourier es una o bien uno de sus subarmónicos.. Explicar con un ejemplo.

La discriminación del tono absoluto (Oído absoluto) es en cambio es por lo general mucho peor, y sujeta a muy amplia variabilidad. depende en gran medida de depende de la educación y está sujeta a controversia.

Relación con la Memoria a corto y largo plazo.

La resolución temporal es de unos 16-20 Hz que es comparable a la resolución temporal del sistema optoperceptivo.

El proceso que da lugar a la percepción auditiva de una nota distingue entre tres caracteres parametrizables y bien bien definidos.

La intensidad de la nota.

La octava en la que está situada.

El cromatismo de la nota.

La percepción del oído es cíclica en el logaritmo en base 2 de la frecuencia. Esto quiere decir que dos notas de frecuencias diferentes son percibidas como más cercanas si tienen cromatismos iguales pero están en octavas distintas, que si tienen cromatismos diferentes aún cuando estén situadas en la misma octava. Esta sensibilidad al

cromatismo no es una propiedad accidental del sistema auditivo. El cromatismo es una propiedad de la señal que se conserva cuando la señal está sometida a una amplia clase de alinealidades que producen procesos de duplicación de periodo (Ref. interna y externa) . Parece claro que el sistema auditivo aprovecha de alguna forma esta característica para procesar la información.

Si lo que se quiere maximizar es la capacidad para detectar diferentes objetos, esta claro que una clasificación cromática es la adecuada. Debido a los efectos de las no linealidades en la síntesis o transmisión de la señal que parte de un objeto, la composición espectral del objeto fluctúa mucho más que la composición cromática del mismo.

Invarianza de transporte cromático.

Modo estándar en Nayutu

3.3 De la caracterización y propiedades de las Señales de banda Estrecha (SBE).

3.3.1 Descriptores de señales de banda estrecha.

¿Qué es una nota?

Una nota es una señal:

de duración y energía finitas. (Tiene definida una potencia media)

de banda estrecha. Está definida una frecuencia central o característica.

de actividad localizada en el tiempo (está definida un fecha central)

Nota:

3.3.2 De las distorsiones inducidas en las SBE por su tránsito a través de medios materiales

3.3.2.1 Armónicos y subarmónicos

Los Subarmónicos y los armónicos *se reproducen (aparecen en la salida)* bajo leyes empíricamente diferentes

Armónicos: Ley lineal kf_p (reproducción progresiva)

Naturales: Pares, impares primos y potencias enteras de 2

Subarmónicos Ley exponencial $n^{-k} f_p$ (reproducción regresiva). El valor más mas observado de n es n=2 [Ref.Feigenbaum]

3.3.2.2 Poligüedad de la determinación de la frecuencia fundamental de una SBE

En un sistema que no distorsiona el tiempo, la determinación de la frecuencia fundamental está sujeta indefectiblemente a poligüedad.

Dos modelos descriptivos igualmente correctos de una SBE

Modelo con F_f

Modelo con $F_f/2$

3.3.3 Los descriptores: Tono y Clase de Tono de una SBE.

3.3.3.1 El tono de una SBE Definición y algunos problemas terminológicos.

En las técnicas de proceso de señal [referencia], en la caracterización de sistemas [referencia], en la psicometría auditiva [referencia], en música, [referencia] y en muchas otras áreas de conocimiento, se utilizan profusamente descriptores de la frecuencia de las señales en unidades logarítmicas. Aunque existen nombres más o menos afortunados para denominar estos patrones metrológicos (década, octava, semitono temperado etc.), no existe una normativa de designación coherente para designar esta cantidad de magnitud.

En este documento me referiré a la frecuencia de una SBE expresada en unidades logarítmicas como descriptor de **tono** [pitch] o simplemente tono de dicha SBE

Aunque no he encontrado ningún nombre mejor, he de decir que no me encuentro completamente satisfecho con este nombre, porque en múltiples contextos [Ref.] se considera el pitch como una magnitud que se refiere a un patrón experimental audiométrico, mientras que en el sentido en el que se considera en este documento y en otros lugares [Ref.] la definición de tono no está basada en patrones estesiométricos sino temporales.

Por ejemplo, en unidades de OctavaSobreFp, tenemos para la SBE X

$$\frac{\text{tono}(X)}{.1\text{OctavaSobreFrecuenciaPatrón}} = \log_2 \frac{\text{frecuenciaMedia}(X)}{.1\text{frecuenciaPatrón}} \quad (3-1)$$

En donde frecuenciaMedia(X) es un descriptor de centralización de la frecuencia de X

En este documento Pitch es un cantidad de magnitud cuyo valor numérico en unidades de octava sobre un patron de frecuencia, es el logaritmo binario del cociente entre la frecuencia de la señal que se quiere describir y la frecuencia del patrón.

3.3.3.2 Definición de clase de tono

En este documento llamaré **clase de tono (pitch class)** de una señal de banda estrecha en unidades de **vuelta**¹⁶ a la parte fraccionaria del logaritmo en base 2 de la relación entre la frecuencia central de la señal y cierta frecuencia de normalización f_0 elegida mediante una cierta convención patrón.

La clase de tono es pues es una magnitud cíclica con las mismas propiedades que los ángulos.

Para frecuencias menores que la de normalización, dicha parte fraccionaria debe elegirse bajo la convención de que dos notas separadas por un número entero de octavas, deben tener cromatismos iguales.

La clase de tono de las señales de frecuencia negativa

Cuando hablamos de parte fraccionaria en el contexto de nos referimos a

$$\text{frac}(x) = x - \lfloor x \rfloor$$

que es una cantidad que siempre es positiva y menor que la unidad

En particular el cromatismo no es la cantidad

$$\text{sgn}(x)(|x| - \lfloor |x| \rfloor)$$

Que es lo que aparece detrás de la coma en la representación de base fija (decimal) convencional (carácter de signo seguido de la representación del valor absoluto) de un número.

Veamos lo que quiero decir con un ejemplo:

$\lfloor 1.345 \rfloor = 0.345$; ya que el cromatismo coincide con la parte decimal de la representación para números positivos; pero

Clase de tono $\lfloor -1.8 \rfloor = 0.2 = 1 - 0.8 \neq -0.8$

Es decir, para números negativos el cromatismo es el complemento a 1 de la parte de la represe

¹⁶ Una **vuelta** corresponde aquí a lo que en lenguaje musical se denomina por retorcidas razones históricas “una octava”

Axiomas definitorios de una definición numérica del pitch class. Unidades de pitch class.

Una frecuencia que define una nota de pitch class 0

Imperfecciones de las clases de números

3.3.3.3 Una incertidumbre en la determinación de la frecuencia fundamental a partir del pitch class, una frecuencia patrón y un entero indicador de octava

Tiene consecuencias psicoacústicas.

Indeterminación psicoacústica de la octava del tritono.

Relacionado con la paradoja de Sheppard.

3.3.3.4 ¿Por qué la clase de tono es un descriptor importante de una señal?

Los logaritmos en base 2 de las razones de frecuencias,

La parte fraccionaria de dichos logaritmos (Pitch Class).

Estas cantidades tienen una enorme importancia a la hora de caracterizar o analizar señales que contienen información

desde el punto de vista de la sofométría auditiva:

Dos señales aústicas cuya evolución temporal esta relacionada por un factor de escala que es una potencia entera de dos (misma Pitch Class) , son categorizadas por el oído como pertenecientes a una misma clase de sonido.

desde el punto de vista analítico- empírico.

La Pitch Class es un invariante entrada/salida de las señales que atraviesan la amplísima clase de sistemas no lineales que generan subarmónicos por

desdoblamiento de periodo (ruta de Feigenbaum)[Feigenbaum, universalidad]

[Referencia propia]

En otras palabras, podríamos decir que a clase de tono permanece invariante (es un descriptor robusto) frente a distorsión subarmónica.

desde el punto de vista analítico-sintético-constructivo

El análisis o síntesis mediante técnicas espectrales de histerizaciones de fenómenos (secuencias de muestras registradas en un soporte dotado de permanencia) ofrece una tasa óptima de carga computacional cuando el cardinal de muestras es una

potencia entera de 2. Cuando además el muestreo es uniforme, la anterior propiedad se traduce en que la razón entre las dos cantidades de tiempo (duración e intervalo de muestreo), que ubican escalotemporalmente la secuencia, resulta ser una potencia entera de 2, lo que permite utilizar algoritmos abreviados que aplican recursiones del tipo: *divide y vencerás* como la Transformación Rápida de Fourier [], la descomposición Wavelet [] etc. Llamare en este documento a tal circunstancia **coherencia multidoblada**.

Supongamos una fuente que emite una señal de banda estrecha que llega a un observador a través de un ingenio de observación que *no distorsiona el ritmo de transcurso del tiempo* (*).

En general frecuencia fundamental de una SBE no se puede determinar a partir de series temporales sin poligüedad¹⁷; pero bajo ciertas circunstancias, la clase de tono sí puede inferirse de forma lineal no singular ($\text{Det} > 0$).

Me centraré en otro lugar en el análisis mas detallado de estas circunstancias.

3.3.3.5 Unidades tono y clase de tono.

En este apartado se establecen los códigos numéricos absolutos asociados al grupo ciclotómico de orden 12. Para ello se ha optado por respetar la convención ISO 16, que ponen el cero de la escala logarítmica en el LA, fijando dicha nota en 440 Hz lo cual significa que se asocia la nota LA con la cifra docecimal cero.

Esta elección a favor de ISO 16 resulta en detrimento del sistema MKS que situaría la referencia de frecuencia en $f_0=1\text{Hz}$ que correspondería con cierta aproximación a un DO, ya que:

$$\frac{f}{\text{IsemitonoTemperado@440Hz.}} = 12 \cdot \text{frac} \left(\log \left(\frac{f}{440\text{Hz.}} \right) \right) = 2.6237... \approx 3. \quad (3-2)$$

El resumen de de estas convenciones se muestra en la tabla (***) , en el diagrama lineal de la figura(****9 y en el diagrama circular de la figura (****).

Unidades para la clase de tono:

Unidades naturales positivas [0,1)

¹⁷ Utilizaré aquí el término **poligüedad** para denotar de forma general la existencia de varios significados para un significante, en contraste con el significado más preciso de **ambigüedad** para denotar un significante asociado a (estrictamente) dos significados.

Unidades naturales balanceadas $(-1/2, 1/2)$

Unidades n-temperadas: Ejemplo escala 12-temperada

3.4 Fundamentacion de la arquitectura de rayotu.

rayotu aprovecha para definir sus primitivas y su estructura, un conjunto de hechos y afortunadas coincidencias, de índole matemática, audiométrica y optométrica.

El rango logarítmico de frecuencias perceptible por el sistema visual resulta ser una cantidad de aproximadamente una octava (algo menor).

La percepción cromática del sistema visual humano resulta ser cíclica si consideramos su cierre en el diagrama cromático a través de la línea de los púrpuras. Dada cualquier secuencia sucesiva en el tiempo de señales parametrizables mediante descriptores de frecuencia (melodía), la adición de secuencias constituidas por señales que están separadas por un número entero de octavas de las primitivas, resulta ser 'psicológicamente coherente', es decir: no altera el significado básico perceptivo de la melodía original.

Sistémicamente coherente. Resulta indiferenciable de la alteración de la señal inicial por un sistema productor de subarmónicos.

Aunque los códigos silábicos de **rayotu** se han elaborado mediante una síntesis fonética que integra elementos de diversas lenguas del mundo, se ha normalizado por lo general, especialmente en lo que se refiere al sistema vocalico, tomando como referencia la lengua española por

La Simplicidad de su sistema vocálico (cinco vocales fonéticamente bien diferenciadas)

La Simplicidad ortográfica (buena correspondencia entre fonemas y letras)

¿Por qué utilizar el número 2 como base de los logaritmos y no otro número cualquiera?

El descriptor básico de **rayotu** está basado en el patrón de ciclicidad asociado a la duplicación de la frecuencia o del periodo de una señal.

Este patrón es reconocible psicoacústicamente con gran precisión (ya que la unidad corresponde intervalo de octava), y tiene además sentido físico (Feigenbaum) y de simplicidad lógica (FFT)

¿Por qué dividir la octava en 12 partes iguales?

¿Por qué inventar una designación “ad hoc” para los 12 patrones de pitch class resultantes?

3.4.1 El número 12

3.4.1.1 El 12 en la historia.

Desde antiguo son conocidas las ventajas de los sistemas de numeración basados en números ricos en divisores.

El 360 de los caldeos.

Así a pesar del proceso de globalización del sistema decimal, acelerado a partir del S XIX, tras las guerras napoleónicas, aún se siguen utilizando habitualmente otros sistemas basados en números generosos como el 2, el 12, 360, o simplemente ricos en divisores (6, 24, 60).

En estas categorías heredadas de tradiciones ancestrales podemos encontrar Envases comerciales (por ejemplo huevos y muchos otros productos)

Unidades angulares, sintetizables mediante un cartabones. (12)

Horas del día (12), Horas del día solar (24)

Grados sexagesimales en los que se divide la vuelta (360)

sistema zodiacal, origen de los meses del año (12).

Sistemas de unidades tradicionales anglosajona, castellana y otras.

1 Fanega = 12 Celemines

1 Chelín = 12 peniques

Todos estos sistemas clásicos de numeración pueden codificarse computacionalmente de forma unificada mediante la metodología que se describe en este documento.

3.4.1.2 Propiedades numéricas del 12.

3.4.1.2.1 Propiedades funcionales y ergonómicas

El 12 es un número pequeño y sencillo de manejar, instrumentalizar y conceptualizar.

3.4.1.2.2 Propiedades exactas

El 12 es tercer número de la serie de los 'números generosos', (que maximizan la abundancia en divisores con respecto a su magnitud)

$$\{2^0 1^1, 3^0 2^1 1^2, 5^0 3^1 2^2 1^3, 7^0 5^1 3^2 2^3 1^4, \dots, p_k^0 p_{k-1}^1 \dots p_1^{k-1} p_0^k\} =$$

$$= \{1, 2, 12, 360, \dots, p_k^0 p_{k-1}^1 \dots p_1^{k-1} p_0^k\}$$

,en donde p_k es el primo k-ésimo con $p_1 = 2$ y $p_0 = 1$

El 12 es también el tercer número de la serie superfactorial $\{1(!!), 2(!!), 3(!!) \dots$

Ya que $12 = 3(!!) = 3!2!1!0!$

El 12 es el primer número abundante (que verifica que la suma de sus divisores propios (diferentes del 1 y el cero) es mayor que el propio número):

$$2+3+4+6=15>12$$

El conjunto de los restos (módulo 12) no tiene estructura de cuerpo de Galois por no ser primo ni una potencia entera de un primo. Sin embargo la estructura de grupo asociada a la adición (módulo 12) tiene una rica estructura que es consecuencia de la gran abundancia de divisores del 12 frente a su sencillez.

El 12 permite clasificar a los primos según los restos. [**Referencia o enlace apostol] $1/12$ de vuelta es el ángulo básico que permite teselar el plano mediante la celosía dodecagonal [**].

$1/12$ es la varianza del error de cuantificación equiprobable entre $-1/2$ y $1/2$ de (amplitud pico a pico igual a la unidad)

El 12 está íntimamente relacionado con la ubicua función Zeta de Riemann $\zeta(x)$, ya que $12 = -\zeta(-1)^{-1}$. En consecuencia la suma de la sucesión de los naturales:

$$1 + 2 + 3 + 4 + \dots = -\frac{1}{12},$$

en donde la suma de la serie divergente se hace en el sentido de Ramanujan (***) ref)

El número de funciones elípticas de Jacobi es 12.

Conjetura: 12 es mayor de los números que es capaz de dividir el ángulo de **1 vuelta**. en un número entero de ángulos tales que los cuadrados de sus razones trigonométricas sean todos racionales.

3.4.1.2.3 *Propiedades físico-matemáticas aproximadas*

La aproximación $\left(\frac{3}{2}\right)^{12} \approx 2^7$ es el fundamento de círculo pitagórico de quintas (Una quinta = factor $3/2$), que sirve de base a la estructura de la música occidental y muchas otras. Además la escala de 7 notas que comienza en Fa y se mueve por quintas contiene todas las notas de la escala mayor de Do

La escala musical temperada se obtiene dividiendo un intervalo de octava (equivalente a un factor 2) en 12 intervalos de razones iguales ($\sqrt[12]{2}$). [\[ref wikipedia\]](#)

La carga de Plank tiene un valor de $\approx 11.706 \approx 12$ veces la carga del electrón

Psicoacusticas, Psicológicas, Neuronales y Sociologicas

Doce es aproximadamente el número de categorías cromáticas saturadas discernibles de forma absoluta (es decir en ausencia de discriminación diferencial) por el sistema visual humano.

La aparición del 12 en diversos paradigmas de conocimiento, religiones, tradiciones, ideologías etc. es frecuentísima. El 12 es un número emblemático de la abundancia, de la fertilidad, de la flexibilidad, de la confianza, de la representatividad y de la prudencia. Por ejemplo

12 componentes de un jurado

12 tribus,

12 apóstoles en el Evangelio,

12 dioses principales del panteón griego,

12 nombres de Surya

12 caballeros de la mesa redonda.

3.4.1.2.4 *El doce y la sucesión de los primos.*

Meter una introducción

3.4.1.2.4.1 **La Clasificación de los números primos según sus congruencias módulo 12**

El 12 permite clasificar por restos de divisibilidad a los números primos naturales en cuatro categorías que tienen propiedades bien diferenciadas en los que se refiere a

descomponibilidad en los anillos de norma unitaria capaces de teselar el plano complejo (El anillo de Gauss [\[referencia wik\]](#) y el anillo de Eisenstein [\[referencia wik\]](#))
En concreto, del análisis de las relaciones [\[ref Apostol etc.\]](#) , se deduce que :

A) No son primos en el anillo de Gauss.

El 2 y todos los primos naturales congruentes con 1 módulo 4

B) No son primos en el anillo de Eisenstein [Ref

El 3 y todos los primos naturales congruentes con 1 módulo 3

C) Son primos simultáneamente en los tres anillos

Los primos naturales que son simultáneamente congruentes
con 3 módulo 4

y con 2 modulo 3

El módulo de divisibilidad mínimo que permite expresar estos criterios de forma unificada es el 12, lo que resulta en la clasificación de la [\[tabla\]](#)

Congruencia del primo (módulo 12)	Tipo	¿Hay primos en el anillo de los enteros reales?	¿Los primos reales son además primos de Gauss?	¿Los primos enteros reales son además primos de Eisenstein?
0	Fi	no	-	-
1	Pa	si	No	No
2	Pe	Sólo el 2	No	Sí
3	Pi	Solo el 3	Sí	No
4	Po	no	-	-
5	Pu	si	No	Si
6	Ni	no	-	-
7	Gu	si	Si	No
8	Go	no	-	-
9	Gi	Sólo el -3	Sí	No
10	Ge	Sólo el -2	No	Sí
11	Ga	sí	Sí	Sí

En particular, merece la pena destacar que los primos naturales que no admiten factorización compleja ni en el anillo de Gauss ni en el de Eisenstein son aquellos que son congruentes con 11 módulo 12 (Es decir: los congruentes con GA según la notación FI5KI)

3.4.1.2.4.2 El papel del 12 en la acotación de la sucesión de los primos.

En la relación [\[ref. Apostol p. 85\]](#) de acotación de la sucesión de los primos naturales aparece el 12

$$\sqrt{p_n} < \frac{12}{e} n \quad \text{Eq (3.1)}$$

3.4.1.3 La utilización del 12 en música.

Las frecuencias separadas por un número entero de octavas son interpretadas por el oído como entidades relacionadas intuitivamente.

Esto puede explicarse, si asumimos que el oído ha evolucionado de forma adaptativa y eficiente para obtener la máxima información sobre la fuente que origina los sonidos, porque la información que porta la clase de tono no queda enmascarada por la distorsión procedente de las alteraciones que en las señales produce los medios transmisivos tipo III [***refe o enlace] de generación de subarmónicos, los que son ubicuos (muy frecuentes).

De la ubicuidad de los sistemas de codificación musical basados en el 12, parece evidente que el sistema auditivo utiliza el 12 con profusión para parametrizar las señales acústicas.

Podemos intuir una explicación en términos adaptativos de este fenómeno, por cuanto en las señales procedentes de fenómenos naturales, es ubicuo el comportamiento subarmónicos asociados a un mismo mecanismo de generación, que da lugar a que la energía de la señal se concentre alrededor de varias frecuencias que quedan separadas por intervalos de octava (cascadas de Feigenbaum (****)).

La escala temperada (basada en el 12) es una red de frecuencia que se obtiene dividiendo el intervalo frecuencial de octava (comprendido entre una frecuencia f y la frecuencia $2f$) en 12 partes equiespaciadas logarítmicamente.

Compromiso idóneo entre coherencia armónica y flexibilidad de modulación

La escala temperada en doce divisiones de la octava da lugar a una aproximación muy buena de las escalas pitagórica o diatónica. La siguiente parrilla logarítmica que aproxima mejor a un sistema de frecuencias sintetizado con racionales se produce para 25 divisiones.

Esta circunstancia, unida al hecho de que el 12 es un número pequeño y con muy rico en simetrías lo hacen ideal para dividir la octava para codificar música.

Escala pitagórica.

Las relaciones entre frecuencia de las notas de la escala vienen dadas por la relación de cascada (armónicos 3 : subarmónico 2). De manera que cualquier razón de frecuencias viene dada por la expresión (3-3):

$$r = 2^{-p} 3^q . \quad (3-3)$$

En donde p y q son naturales (incluyendo al cero). Dado uno de los dos p, o q, el otro se determina de manera que la relación r quede circunscrita dentro de una sola octava es decir (3-4).

$$1 \leq r < 2. \tag{3-4}$$

La rejilla de frecuencias construida mediante las primeras 12 frecuencias no coincidentes que resultan de este proceso es lo que se denomina escala pitagórica. Desde un punto de vista musical, la escala Pitagórica se construye mediante la combinación de q pasos a la quinta ($f \rightarrow 3xf$, tercer armónico), y p reducciones de una octava ($f \rightarrow f/2$) cada una de las cuales corresponde a un proceso de duplicación de periodo.

El 12 resulta ser un numero especialmete adecuado para realizar una división logarítmica del intervalo de octava

3.4.1.3.1 Las notas de la escala temperada

La Convención ISO 16 establece la frecuencia de las notas musicales que es utilizada en la elaboración o afinación de los instrumentos temperados.

La división temperada es una asignación que divide una octava (una duplicación de la frecuencia) en 12 intervalos equiespaciados logarítmicamente. En este documento (por analogía con la convención óptica) designaré como cromatismo a cualquier etiquetación numeral de estos intervalos correlativos.

El punto de correspondencia se sitúa en la frecuencia de 440Hz que correspode a la 4º octava de la nota La (La4) .En consecuencia, dicha norma establece el origen de frecuencia (la nota La0) en un valor de normalización

$$f_0 = f(la0) = f(la4)2^{-4} = \frac{440}{16} = 27.5 \text{ Hz}$$

Nota Iso16	Frecuencia	Numero de nota	Frecuencia normalizada= frecuencia/frecuencia(La0)	Nota en octavas =Log2(frecuencia normalizada)
La0	27.5 Hz	0	1	0

La1#	29'13 Hz	1	$\sqrt[12]{2} = 1'05946\dots$	1/12	
Si.	2	$\sqrt[6]{2} = 1'1224\dots$	2/12=1/6	
La1	55 Hz	12	2		
.....					
La4	440 Hz	4*12=48	16	4	

3.4.1.3.2

4 Patrones de correspondencia y expresión de rayotu.

4.1 Introducción.

4.1.1 ¿Qué es un patrón expresivo?

Una forma de materializar, renderizar o sintetizar (expresar) un modelo de referencia.

¿Cuántos patrones experimentales es necesario axiomatizar para poder definir un patrón expresivo de RAYOTU?

4.2 La correspondencia directa.

Dado que la percepción cromática del oído es cíclica, es decir resultan congruentes auditivamente las notas cuyo cociente es una potencia entera de 2, y el hecho antes reseñado de que el rango visible de frecuencia cubre aproximadamente una octava; es posible establecer una correspondencia directa entre las notas de la escala temperada y (casi) 12 colores puros del espectro visible.

La correspondencia directa viene determinada por la expresión:)

$$\#nota = 12 \text{Frac} \left(\text{Log}_2 \left(\frac{f}{f_0} \right) \right) = 12 \text{Frac} \left(\text{Log}_2 \left(\frac{c}{\lambda f_0} \right) \right) \quad \text{Eq (4.1)}$$

En donde f es la frecuencia de la luz, c es la velocidad de la luz en el vacío y f_0 una frecuencia de normalización que se elige arbitrariamente.

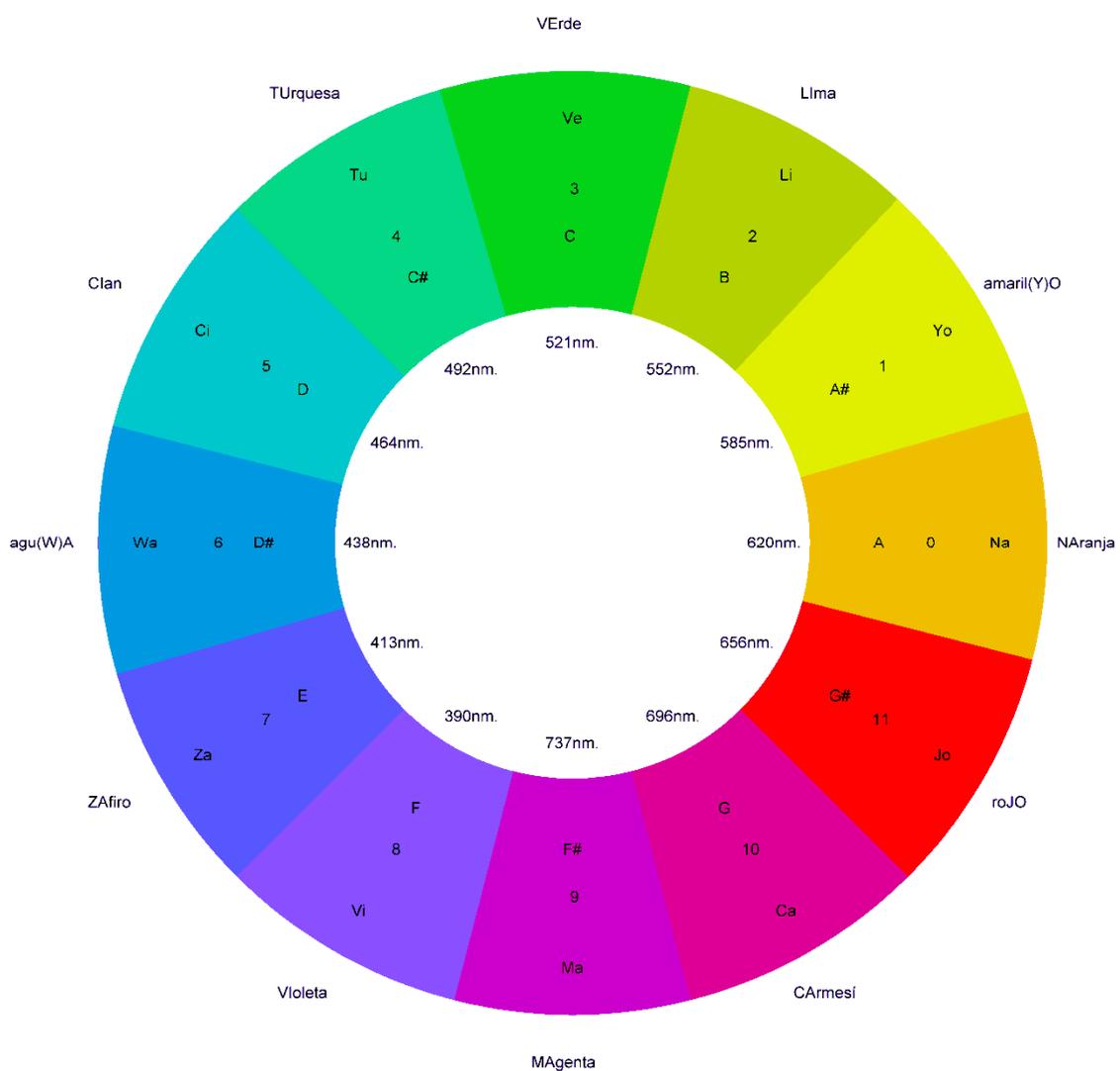
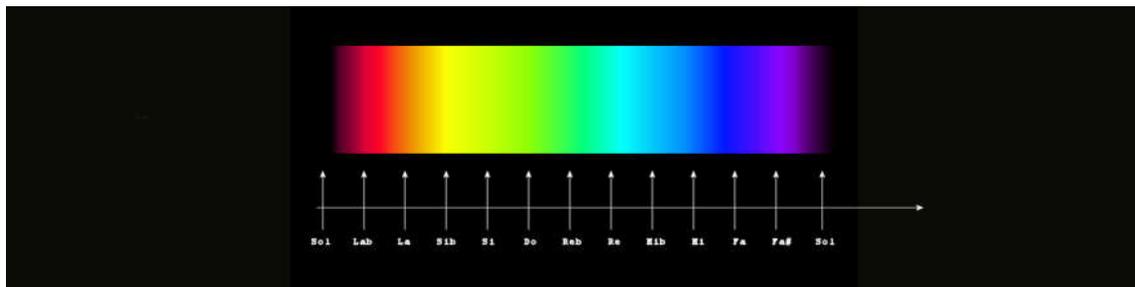


Figura 4.1 **Diagrama circular de correspondencias notas –colores**

4.3 La correspondencia cromática ciclomizada.

El alfabeto colorimetrico **RAYOTU**

El alfabeto colorimétrico definido por la correspondencia directa descrita en el apartado anterior tiene los siguiente problemas.

Falta de percepción de la ciclicidad.

Resolución colorimétrica pobre en los extremos de la escala.

Falta de visibilidad de los cromatismos extremos que caen en el IR o en el UVA

Irreproductibilidad técnica de los colores puros del espectro. Necesidad de evocación de los colores con técnicas simples (tricromía)

Forma de resolver estos problemas:

Alfabeto colorimétrico **RAYOTU**

Asignación mediante tricromía y utilización de la recta de los púrpuras.

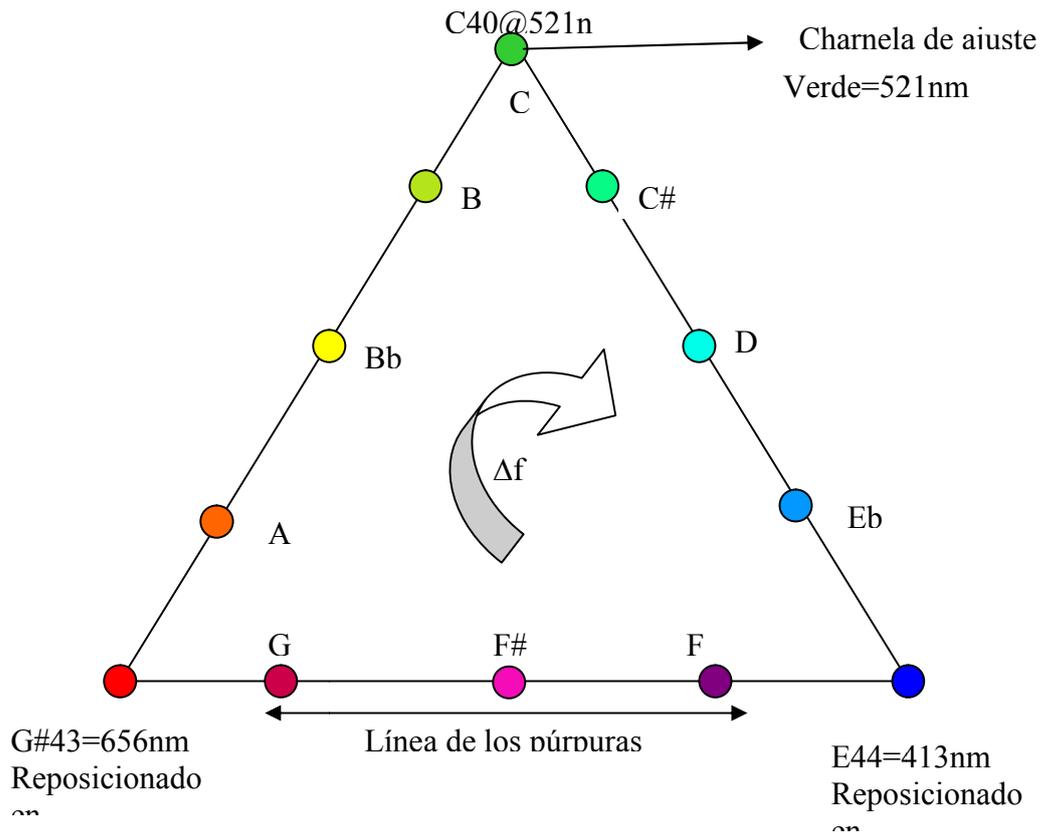
Utilizamos como charnela el verde (G) de la norma de tricromía (en el ejemplo hemos elegido para el verde de la charnela la frecuencia $\lambda_G = 521.090 \text{ nm}$. correspondiente a [Do40@ISO16](#) en el que se halla el máximo de la y CIE1931 , y muy cercana a [Do49@MKS\(532.538nm\)](#), siendo 532 nm. un estándar comercial en el que emiten muchos láseres y LED comerciales . Siendo ambas rayas espectrales muy próximas además al punto de sensibilidad máxima del de los fotorreceptores para el verde del ojo humano. (CIE 1931).

El error que se produce entre clases de pitch según ambos patrones es de $\log_2(\text{Do9@MKS/Do0@ISO16})=0.0314$ octavas = 0,3763 Semitonos cromáticos.

A continuación se eligen las frecuencias del rojo y el azul (R,B) de acuerdo con el estándar de tricromía que se adopte para la síntesis de la variedad cromática. (En nuestro ejemplo se han elegido los valores $f_R = 656 \text{ nm}$. y $f_B = 413 \text{ nm}$.), aunque esta elección puede hacerse de manera flexible en función de las longitudes de onda disponibles para la mezcla.

Las 3 notas intermedias a los 3 intervalos así definidos se hacen corresponder a las composiciones tricrómicas cuya interdiscriminación sofométrica es máxima.

El proceso, en el caso de estudio considerado da lugar al diagrama de la figura (****)



El estándar colorimétrico de máxima discernibilidad Requiere experimentos sofométricos.

Base de asignación: El contorno del diagrama CIE

Axioma: Verde centrado en el máximo fotópico es Ve

Se eligen otros 11 puntos pertenientes a la base de asignación de manera que la discernibilidad entre colores adyacentes (con la misma luminancia fotópica) sea máxima.

Axiomas relativoa a la definición de la recta de los púrpuras

4.3.1 Referencia ISO 16

Eligiendo para f_0 el valor estandarizado en ISO16 para La0 (22.5Hz) y tomando los valores de λ que producen ondas electromagnéticas visibles, se obtiene los valores que aparecen en la tabla.

	Cromatismo ISO 16	DoReMi	Frecuencia Nota X0	Longitud Onda (nm.)	Frecuencia Optica (THz.)
--	-------------------	--------	--------------------	---------------------	--------------------------

Ma	9	Solb,Fa#		736.92	406.81
Ca	10	Sol		695.57	431.00
Jo	11	Lab,Sol#		656.30	456.63
Na	0	La		619.68	483.79
Yo	1	Sib,La#		584.90	512.55
Li	2	Si		552.07	543.03
Ve	3	Do		521.09	575.32
Tu	4	Reb,Do#		491.84	609.53
Ci	5	Re		464.23	645.77
Wa	6	Mib, Re#		438.18	684.18
Za	7	Mi		413.59	724.86
Vi	8	Fa		390.37	767.96
Ma	9	Solb,Fa#		368.46	813.63

Pasar a la tabla estos resultados

nota de color -6 Frecuencia Optica= 406.81316998371057 THz Longitud de onda= 736.9290871581276 nm Ca

nota de color -5 Frecuencia Optica= 431.00353989705593 THz Longitud de onda= 695.5684356365255 nm Jo

nota de color -4 Frecuencia Optica= 456.6323440591449 THz Longitud de onda= 656.5291791095062 nm na

nota de color -3 Frecuencia Optica= 483.7851162214399 THz Longitud de onda= 619.6810276874618 nm (La440*2^40) Yo

nota de color -2 Frecuencia Optica= 512.5524762369381 THz Longitud de onda= 584.9010040903884 nm Li

nota de color -1 Frecuencia Optica= 543.0304324955056 THz Longitud de onda= 552.0730332226477 nm Ve

nota de color 0 Frecuencia Optica= 575.3207023429547 THz Longitud de onda= 521.0875547831243 nm Tu

nota de color 1 Frecuencia Optica= 609.5310515532299 THz Longitud de onda= 491.84115761790576 nm Ci

nota de color 2 Frecuencia Optica= 645.7756539866601 THz Longitud de onda= 464.23623459516926 nm Wa

nota de color 3 Frecuencia Optica= 684.1754726346044 THz Longitud de onda= 438.18065685045286 nm Za

nota de color 4 Frecuencia Optica= 724.8586633221913 THz Longitud de onda= 413.5874663151342 nm Vi

nota de color 5 Frecuencia Optica= 767.9610024164715 THz Longitud de onda= 390.3745855019603 nm Ma

nota de color 6 Frecuencia Optica= 813.6263399674211 THz Longitud de onda= 368.4645435790638 nmLED azul

Las LED azules tienen una longitud de onda que va de 430 a 505 nm, una intensidad de 100 a 2.000 mcd y un ángulo visual de 45 grados para el azul verdoso y 15 grados para el resto. El material de tinte sería carburo de silicón o nitruro de galio.

LED verde

Las LED verdes tienen una longitud de onda que va de 525 a 570 nm, una intensidad de 80 a 1.000 mcd y fosfito de aluminio galio indio como tinte.

LED amarilla

Las LED amarillas varían del amarillo super lima de 585 nm a un tono naranja super amarillo de 595 nm. Estas LED tienen una intensidad de 100 a 7.000 mcd y harían uso de fosfito de aluminio indio galio como tinte.

LED naranja

Las LED naranjas tienen longitudes de onda que varían de un naranja estándar de 605 nm a sólo 625 nm para super naranja. La intensidad va de 160 a 6.500 mcd. El material de tinte usado para estos naranjas sería fosfito de aluminio galio indio.

LED roja

Las LED rojas tienen longitudes de onda que varían de 633 a 660 nm

4.3.2 Referencia MKS

Eligiendo para f_0 el valor estandarizado en MKS para Do0 (1Hz) y tomando los valores de λ que producen ondas electromagnéticas visibles, se obtienen los valores que aparecen en la tabla. **COMPLETARLA**

	Cromatis mo	DoReMi	Frecuencia Nota X0	Longitud Onda
	9	La		
	10(a)	Sib,La#		
	11(b)	Si		
	0	Do	1 Hz	532.54 nm.
	1	Do#,Reb		
	2	Re		
	3	Mib,Re#		
	4	Mi		
	5	Fa		
	6	Solb,La#		
	7	Sol		
	8	Lab		

Por

tanto la

diferencia entre ambas convenciones resulta ser de $12 \log_2 \frac{532.54}{521.09} \approx 0,38 \text{Semitonos}$

En determinadas aplicaciones puede ser conveniente codificar un elemento **RAYOTU** mediante un solo carácter alfanumérico.

Los requisitos que imponen los codigos literales sobre la elección de los códigos silábicos son los siguientes:

La primera letra de los códigos silábicos no puede repetirse

No deben aparecer símbolos literales que puedan colisionar con otras convenciones. En particular están prohibidos los símbolos CDEFGAB de la notación musical anglosajona.

La codificación resultante es la siguiente:

Código Silábico cromático	Codigo literal RAYOTU (musical)		Log-Frecuencia
Na	N		0
Yo	Y		1
Li	L		2
Ve	V		3
Tu	T		4
Ci	C		5

Wa	Q		6
Za	S		7
Vi	W		8
Ma	M		9
Ca	K		a (10)
Jo	J		b (11)

En general se ha respetado la primera letra del código silábico excepto para las sílabas CI (x) , Wa (q) y VI (w) con el objeto de evitar repeticiones y colisiones con el sistema anglosajón de nomenclatura musical que expresa los cromatismos de una nota utilizando los caracteres: {C D E F G A B}.

El código literal de una nota desconocida es (Ta): un signo de apertura de interrogación. ‘¿’ O una T.

4.4 Expresiones policrómicas discretas y divisibles de las primitivas RAYOTU.

4.4.1 Caracteres

4.4.1.1 Tres caracteres de una expresión policrómica rayotu

Digitalidad, discreción y divisibilidad.

discreción El cardinal del conjunto de los colores de la paleta (cardinal de discreción) es finito

divisibilidad. El cardinal de discreción divide al 12

Digitalidad. El cardinal del conjunto de niveles de potencia permitido para las componentes de la mezcla es finito.

4.4.1.2 De la necesidad y cantidad de los patrones físicos que se han de asumir para definir una expresión policrómica discreta.

4.4.1.3 Nomenclatura: bicromica, tricromica, tetracrómica y hexacrómica.

4.4.2 Expresiones tricromicas

4.4.2.1 Codificación con LEDs tricolor y 2 niveles de potencia

En sistemas que no requieran alta precisión, es conveniente adoptar una solución de compromiso, que reduzca la complejidad codificando los colores de la variedad cromática mediante un sistema que sólo requiere 2 bits para cada uno de los colores básicos.

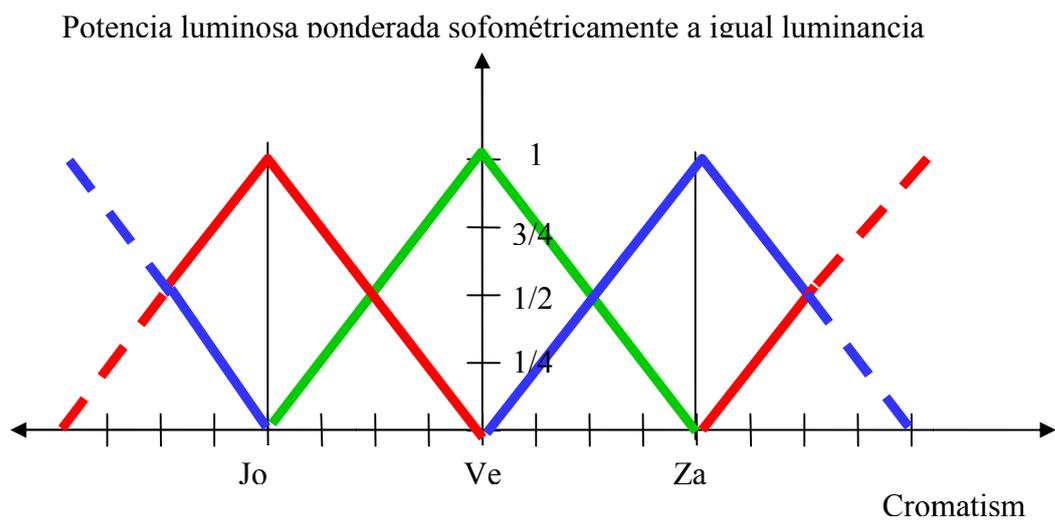
El valor de cada bit representa la potencia (ponderada sofométricamente) que se aporta de cada una de las fuentes de color. El requisito es que la potencia total percibida sea constante para toda la variedad cromática sintetizada. Los valores que se obtienen para la potencia sofométrica normalizada de cada una de las fuentes son los que se ofrecen en la siguiente tabla.

P_{jo}	P_{ve}	P_{za}
----------	----------	----------

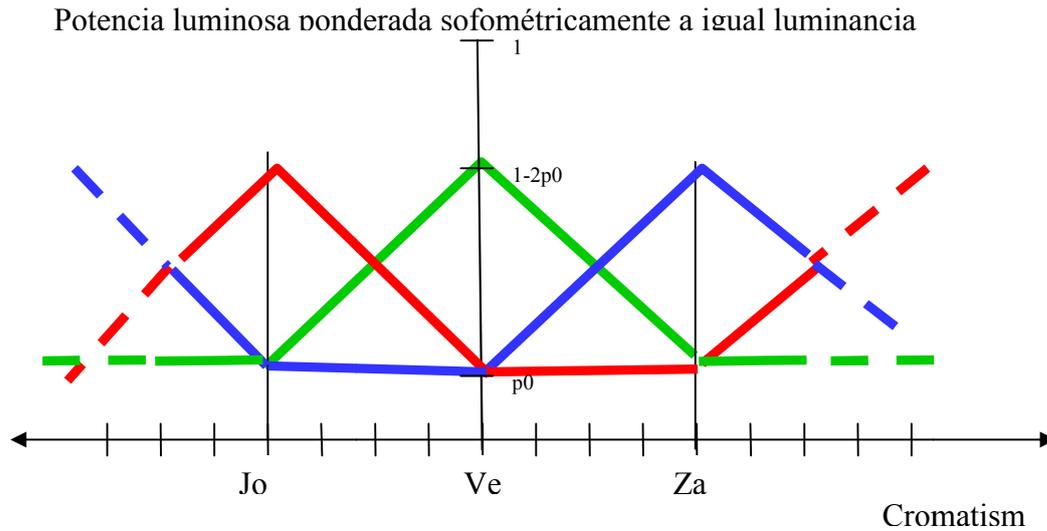
La	0	1	3
Sib	0	2	2
Si	0	3	1
Do	0	4	0
Do#	0	3	1
Re	0	2	2
Mib	0	1	3
Mi	0	0	4
Fa	1	0	3
Fa#	2	0	2
Sol	1	0	3
Lab	0	0	4

Codificación Sofométrica Ponderada continua

Alternativa 1 (lineal en potencia)



Alternativa 2 (afín en potencia con contaminación)



La contaminación base se mide con el parámetro p_0

Poner la expresión analítica

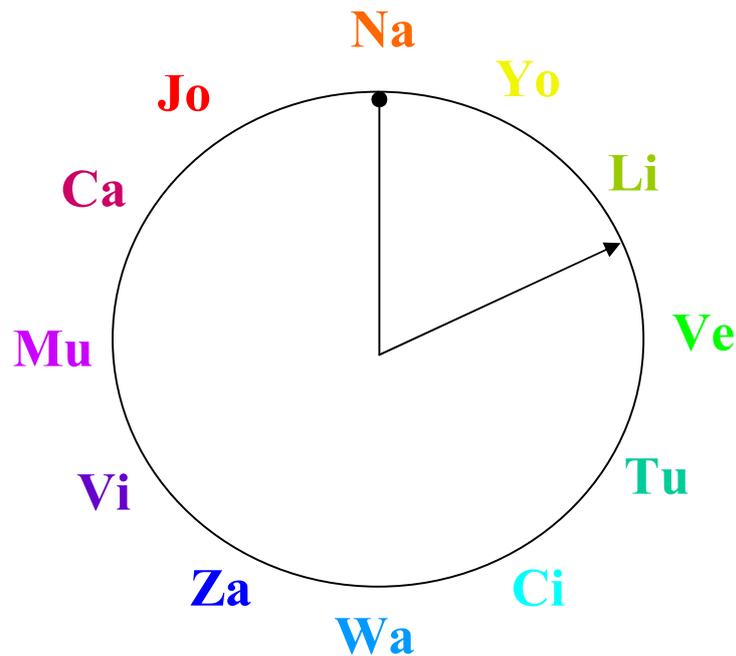
Alternativa 3 Genérica con modelos continuos no lineales y base fija

Alternativa 4 Genérica con modelos continuos no lineales y base extendida

4.4.2.2 codificación RGB de 24 bits. ((Trademark))

*****Copiar aquí tabla de Matlab *****

Da lugar al siguiente diagrama de notas



4.5 Correspondencia con números MIDI

$\#midi = 21 + 12 * \#escala + \#nota$ (empezando en LA)

Esto corresponde al LA0 en 27.5 Hz

[Ref: [Scientific pitch notation](#)]

5 Utilización de rayotu en la comunicación musical.

5.1 Designación de secuencias de notas.

5.1.1 Grados de laxitud en la formulación de un enunciado musical. Técnicas normalizadas de solfeo. Ventajas de la sinonimia.

5.1.2 Solfeo absoluto

5.1.3 Solfeo relativo

5.1.4 Mezcla de modos

5.1.5 Notas indeterminadas

La nota "ta" (solfeo laxo)

Pueden utilizarse además códigos de función tonal o de acorde como notas indeterminadas.

5.1.6 Saltos de más de media octava

Para especificar la subida o bajada de una octava se acentúan con signo grave o agudo respectivamente la notas final de los intervalos que sean de amplitud igual o superior a un tritono. En el caso de saltar más de una octava y media, se denotan con dos acentos graves o agudos. Se pueden mezclar sin problemas las convenciones **RAYOTU** y F15KI

5.1.7 Ejemplos

Ejemplo 1: Cancion medieval en modo dorico (F15KI)

gufi
 gupupipugu
 pipepipefige
 gepi pepipugu pugupipu
 gufi
 gupupipugu
 pipepipefige
 gefi (pi) pipefigefi

Ejemplo 2: Amapola (**RAYOTU**). Autor: [Jose Maria Lacalle](#)

li ci ca na
 ca ca ma ca na ma ca
 ma ma za ma ca ma
 za ca

 ma ma ci ve
 ve ci ma ca
 ma ma za ma ca za ma
 za za ci za ma za
 ci ma
 za ci ve li

 li ci ca na
 ca ca ma ca na ma ca

ca ma za ma ca ma
za na li ve
ve li za na
li na ci ca

Ejemplo 3 Congratulations Autor: [Cliff Richard](#)

Ejemplo 4 Hora staccato Autor: [Grigoras Dinicu.](#)

5.2 *Designacion de funciones tonales*

Cada nota puede designarse de forma laxa designando la funcion tonal en la que está enmarcada

To (TÓNica)

Te (DominanTE)

Bu (sUBdominante)

5.3 *Designación de intervalos*

5.3.1 **Uso de sufijos pronunciables para designar intervalos**

“Fi” codifica la nota de referencia

Si una nota acaba en -p- (plus) , entonces sirve de referencia absoluta para la siguiente y solo para la siguiente

Si una nota acaba en –m- , sirve de referencia global, hasta que sea cambiada por una nota que vuelva a acabar en m.

Esto permite ‘solfear al vuelo’ fácilmente, intercalando en el discurso intervalos o notas con referencias absolutas.

La relación que existe entre los valores absolutos de las notas y los intervalos entre las mismas , es similar a la que existe entre puntos del espacio afín y los vectores libres.

En este sentido un intervalo es un operador que transforma una nota en otra (de la misma manera que un vector libre es un operador que transforma un punto del espacio afín en otro punto del espacio afín.

Tres convenciones

Un intervalo (que es matemáticamente el análogo a un vector) se denota colocando una flecha encima del nombre de un número. Ejemplo: En particular \vec{fi} es el intervalo que deja inalterada cualquier nota.

Al solfear, si se quieren utilizar intervalos:

, o bien se coloca una “p” (plus) delante de un código fipape, esta “p” se pronuncia avocalicamente delante del nombre de la nota o del número anterior y significa incremento. El ámbito incremental de la ‘p’ dura sólo una nota

o bien se coloca una “m” (minus) delante de un código fipape, esta “m” se pronuncia avocalicamente delante del nombre de la nota o del número anterior y significa decremento. El ámbito incremental de la ‘m’ dura sólo una nota

Para denotar que *todas* las notas siguientes son incrementales respecto a una nota base se coloca una ‘m’ detrás de la nota base, que adquiere a partir de ese momento la categoría de tónica (valor fi) . Esto permite expresar de forma simple modulaciones.

En la siguiente tabla se incluye la equivalencia con los intervalos de escala mayor, y los nombres de los intervalos según el convenio de Rimski-Korsakoff. [1]

Intervalo	Intervalos de la escala mayor	Notacion Numeral	Intervalo referencia diferencial	Intervalo referencia comun	Inversión	Fijación de origen de referencia	Fijación de origen de referencia
Unísono	Tónica	0	p-fi=m-fi		Nal		
2º menor		1	p-pa=m-fi		Rol		
2º Mayor	Submediante	2	l-pe		Pul		
3º menor		3	l-pi		Lil		
3º Mayor	Mediante	4	l-po		Vil		
4º menor*	Subdominante	5	l-pu		Zal		
5º menor		6	l-ni		Gul		
5º Mayor	Dominante	-5	l-gu		Cil		
6º menor		-4	l-go		Mal		
6º Mayor	Subsensible	-3	l-gi		Vel		
7º menor		-2	l-ge		Tul		
7º Mayor	Sensible	-1	l-ga		Yol		
Desconocido		X	l-ta		Tal		

Tabla 5.1 Designación de los intervalos (*****)

Al solfear por intervalos, la sílaba que se debe cantar en cada nota es la correspondiente al intervalo que forma esa nota con la anterior. Esto plantea el problema de cómo se debe cantar la primera nota de una secuencia. Para ello hay dos soluciones.

- 1) Cantar la sílaba correspondiente al valor de la primera nota, con lo cual toda la secuencia queda adecuadamente referenciada
- 2) Cantar la sílaba “Ta” que corresponde a un primer intervalo desconocido o no especificado.

Ejemplo: se muestran varias alternativas para solfear una escala jónica

na li tu ci za ma jo na	(escala Jónica de Na)
na mpe po pu gu gi ga fi	(escala Jónica de Na)
na lpe lpe lpa lpe lpe lpe lpa	(escala Jónica de Na)
na lpe lpe lpa lpe lpe lpe lpa	(escala Jónica de Na)
fi pe po pu gu gi ga fi	(una escala Jónica cualquiera)

Ejemplo

Na lPo lPi = NaMaZa = La Mayor
 Ta lPo lPi = cualquier acorde mayor
 gi lPi lPo =gifipo= acorde menor sobre el VI grado de la escala mayor

5.4 *designacion de acordes y secuencias polifónicas*

5.4.1 **Designación de acordes referidos a una escala implícita.**

Si la escala es conocida implícitamente, añadir la terminación r al nombre de la nota sobre la que se forma el acorde.

Esto sirve también para solfear de forma laxa notas que se encuentran en el dominio de un acorde determinado sin tener que especificarlas completamente, y para comunicar verbalmente de forma inmediata el esquema armónico básico de una pieza musical.

Ejemplo: Canon de Pachelbel

a) Sobre la escala implícita Mayor fi pe po pu gu gi ga fi

fir por gir por

pur fir pur gur

b) Sobre la escala implícita de Do Mayor (ve c iza i ca na li ve)

ver zar nar zar

vir ver vir car

5.4.2 Designación explícita de acordes.

La forma más directa de codificar acordes es secuenciar las notas que lo componen desde las notas más graves hasta las agudas

se puede indicar con mayúscula la tónica del acorde

Ejemplos

a) Do mayor 1ª inversión

Vezaca

b) Acorde mayor de tónica en segunda inversión

poguFi

c) Acorde menor construido sobre la mediante mayor en tercera inversión con séptima mayor

paPogufi

también se pueden indicar acordes de la misma forma construyéndolos por intervalos

Ejemplos

a) Un acorde mayor construido sobre cualquier nota (Ta) puede decir:

tafpofPi (fPu)

**** insertar una tabla con las designaciones por intervalos de los acordes principales****

Supuesta definida una unidad rítmica, los acordes pueden secuenciarse separándolos con espacios, o mucho mejor, disponiéndolos en vertical

Las secuencias de acordes se ponen (suponiendo dada una unidad de base rítmica) indicando el inicio de cada acorde con una mayúscula, así mismo se indican con acentos los saltos de más de una octava

Do Lam Rem Sol== VezapuNavezaCivinaPutuci

En secuencias, los acordes deben disponerse preferentemente con las notas en vertical.

Para secuencias polifónicas se puede inicial cada fila (canal) con el número de octava en la que empieza, y distribuir las notas de manera que la escritura refleje el sentido rítmico en los espacios

Ejemplo 1: (RAYOTU)

5 ve ve ca
 6 ca na tuve cá vè

Ejemplo 2: (Fipape)

5 fi fi gu
 6 gu gi gafi gú fi

En el segundo ejemplo no se determina la nota inicial y solo se especifica que deben ser de la 5º y 6º octava

5.4.3 Designación de acordes por su naturaleza tonal.

Mediante sufijos consonánticos pronunciables.

Problema: colisiones con los nombres de intervalos.

Alternativas . Silabas distintas par los intervalos

Prefijos avocalicos para los intervalos. Preferida

Prefijo “m” =menos

Prefijo “p” = plus

Consonantes disponibles.

Fáciles: r,l,n,s,r,

Medias:m,t,k,z,d,b,f,g

Difíciles: x,j,ñ

Modos de codificación deseada

Más importantes: Indiferente (r) : Mayor, Menoe, Menor 5ºDisminuido.

Menos importantes Mayor disminuidaSus2, Sus4 y sus2Dim y sus4Dom

5.4.4 Designación de acordes con banderas

5.4.5 Designación de acordes con átomos de tunclado

Formas características

Paseos aleatorios sobre la tesela de Penrose. Dominos y dodecágonos

5.5 Desigación de Modulaciones

Método más simple: por sustitución de la tónica

Una *n* indica que la nota que la precede pasa a llamarse *Fi*

Ejemplos

Fi Pe Po Pu Fi PenPe Po Pu Fi= Fi Pe Po Pu Fi Pe Po Ni Gu Pe

La ***l*** tiene precedencia sobre la ***n***:

Fi Pe Po Pu Fi PenPe PolPe Fi= Fi Pe Po Pu Fi Pe Po Ni Gu Pe

Un problema que tiene esto es que no siempre es la tónica la nota que queremos sustituir cuando realizamos una modulación. En ocasiones podría ni siquiera disponer de la tónica en una cierta sucesión. Si quisieramos ser exhaustivos y poder realizar *cualquier* modulación arbitraria, deberíamos preparar recursos para identificar inequívocamente tanto el *valor* de la nota en curso (12 posibilidades) como *el nombre que adquiere* dicha nota a partir de ese instante de tiempo. Esto nos da en principio la $12 \cdot 12 = 144$ símbolos lo cual es prohibitivo.

Hay varias posibles soluciones para este conflicto:

- 1) marcar notas previas con sufijos específicos que las identifiquen como referencias de tónica
- 2) establecer prefijos distintivos para los valores (con respecto a la tónica), de las notas con las que comienzan más habitualmente las modulaciones.
- 3) Tomar como referencia la nota inmediatamente anterior al inicio de la modulación indexando que el intervalo diferenciado que se aplica sobre dicha nota se va a aplicar permanentemente a partir de ese momento.
- 4) Insertar un signo adicional no solfeable que indique el inicio y carácter de la modulación. Esto tiene la desventaja de que dicho signo no queda patente en el discurso del solfeo.

El objetivo es que el carácter musicalmente percibido de la modulación quede patente de la forma más explícita posible en la notación. Por ello es de desear que se consigan colocar todos los símbolos determinantes de la misma en lugares próximos al punto en el que esta ocurre.

(*Ta lpe lpe lpa lpe lpe lpe (lpa)*)

El último intervalo que se mete entre paréntesis indica que estamos especificando una secuencia cíclica que se continua colocando dicho intervalo en sustitución del primer intervalo desconocido de la secuencia (*Tal*)

Esta notación permite especificar cualquier escala de forma independiente del origen.

Las secuencias de intervalos (o las mismas notas se pueden encadenar de forma numérica para aumentar la precisión. En estos casos hay que disponer de un separador de secuencia y un identificador de si se trata de una secuencia de intervalos o de una secuencia de notas.

Es conveniente utilizar los signos de acentuación graves y agudos bien los de $\grave{}$ y $\acute{}$ para indicar que no se salta a la nota más próxima sino que se utiliza otra octava

Si no hay admiraciones se utiliza la nota que forma el intervalo más corto.

El intervalo $\grave{}$ sin acentuar se considera que sube media octava

Por ejemplo $\grave{N}a!$ Tu baja al si de la octava anterior

$\grave{N}a$

Dos terminaciones

Nombres de intervalos acabados en s. Fijan una referencia para los intervalos expresados sobre una referencia común.

Nombres de intervalos acabados en l. Se aplican sobre la nota inmediatamente anterior.

También se puede colocar una 'r' delante de un número, esta 'r' se enlaza con el nombre de la nota o del número anterior y significa incremento. El ámbito incremental que significa la 'r' dura indefinidamente

Ejemplo

Hay que hacer asimismo una convención para expresar modulaciones. Debemos marcar por una parte la nota que sirve de referencia a la modulación, y por otra el nuevo nombre que adopta la primera nota de la secuencia modulada.

Ejemplo Cre Pla

5.5.1 Designación de intervalos referenciados a cierta nota común.

Intervalo	Intervalos de la escala mayor	Notacion Numeral	Intervalo referencia diferencial	Intervalo referencia comun	Inversión
Unísono	Tónica	0	Nal	Fi	Nal
Segunda menor		1	Yol	No	Rol
Segunda mayor	Submediante	2	Tul	Du(s)	Pul
Tercera Menor		3	Vel	Te(s)	Lil
Tercera Mayor	Mediante	4	Mal	Cu(a)	Vil
Cuarta (Menor)	Subdominante	5	Cil	Xi	Zal
Cuarta (Mayor)		6	Gul	Xe	Gul
Quinta Mayor	Dominante	-5	Zal	Se	Cil
Sexta (menor)		-4	Vil	Xo©	Mal
Sexta Mayor	Subsensible	-3	Lil	Nu(e)	Vel
Séptima Menor		-2	Pul	Di(i)	Tul
Septima Mayor	Sensible	-1	Rol	On	Yol
Desconocido		X	Tal	Te	Tal

Ejemplos de todo esto

5.6 Otras representaciones silábicas del grupo modular del 12 (*Cambiar de contexto*)

**** En este apartado hay que cambiarlo todo *****

El código modular hace hincapié en la clasificación modular de las notas y racionaliza la formación de acordes. Está basado en la descomposición modular de el índice de secuencia de la nota

Parte consonante: sigue la secuencia (0,1,2) expresada como KFL.

Parte vocal: sigue la secuencia (0,1,2,3) expresada como (o,i,e,u)

Paridad de la nota dos grupos (iu) y (ae) que se denomina paridad “iu” o paridad “ae” según la vocal de la designación modular sea fuerte o débil.

Cifra clasica	Codigo modular	Literal
0	Ko	
1	Fi	
2	Le	
3	Ku	
4	Fo	
5	Li	
6	Ke	

7	Fu	
8	Lo	
9	Ki	
a (10)	Fe	
b (11)	Lu	

5.7 Extension de FI5KI a grupos distintos del del 12.

Alfabeto valorativo de 5 simbolos

Alfabeto CPGNX

P Positivo

Fi First (Fires), In , Cero

G Negativo

N Infinito

X indeterminado

Alfabeto valorativo de 10 simbolos

FI cero

PA infimo positivo

GA infimo negativo

PI Positivo

GI Negativo

PU Infinito positivo

GU Infinito negativo

NO Infinito

X indeterminado

5.8 Designacion de frecuencias (**Preliminar**).

5.8.1 Uso del indicadores de tiempo y frecuencia

Te y Fo

5.8.2 Designación de una frecuencia.

Dos convenciones

5.8.2.1 MUSICA: ISO16

440Hz se hace corresponder con LA0 =NaFi y el color naranja NaXXXX de frecuencia ++++ (longitud de onda el vacío *****)

Las octavas conmutan en DO

DO0 Es la frecuencia de

5.8.2.2 Física MKS

1Hz se hace corresponder con VeFi

Las dos convenciones se diferencian entre si por eun error

En octavas de **** octavas enteras

En cromatismo de **** octavas enteras o de ***** semitonos cromáticos

No se pueden escribir con el editor de formulas de WORD

Referencia al documento "Rayotu.nb"

$$f = F_0 2^{\text{Exponente}} \quad \text{Eq (5.1)}$$

En donde

$$\text{Exponente} = sd_N 12^N + d_{N-1} 12^{N-1} + \dots + d_1 12^1 + d_0 12^0 + d_{-1} 12^{-1} + \dots + d_{-K} 12^{-K} \quad \text{Eq (5.2)}$$

Y los d_i son los valores numericos de la secuencia **rayotu**.

Significado de la coma arriba o abajo. Indica el signo del primer dígito de la secuencia

Ejemplos

gtvwwlprn.nrt "Iso 16 27.5" coma arriba: designa una frecuencia mayor que 27.5 Hz

gtvwlprn' nrt "MKS" coma abajo: designa una frecuencia menor que 1Hz en este caso

Si no hay coma, se supone que la coma está a la izquierda. El signo es indiferente puesto que $d_0=0$

Ejemplo

nrt=.nrt

5.9 Designación de permanencias. Unidades logarítmicas de permanencias.

5.9.1 Distinción entre duración, latencia y marca de tiempo.

Duración Es la amplitud del intervalo de tiempo más pequeño, en el que se concentra una determinada fracción de la energía de una nota.

Latencia: es el intervalo de tiempo que transcurre entre dos sucesos consecutivos.

Marca de tiempo. Es la latencia de un suceso con respecto a otro suceso al que por convención se le atribuye el carácter de Origen de Tiempos

Las duraciones no quedan demasiado bien definidas (dependen bastante de convención que se elija)

La inversa de la latencia de una nota corresponde a una frecuencia característica que puede codificarse mediante la convención **RAYOTU**.

¿se puede hacer una escala temporada de duraciones?

Pero el sistema permite también patronificar el tiempo. ¿A que color debería corresponder la unidad de 'duración temporal' y viceversa? El 'cromoángulo' temporal va al revés que el cromoángulo frecuencial

Hay dos convenciones.

Pasar la inversa de la duración directamente a frecuencia : es decir $f=1/\text{duración}$

Considerar la escala de tiempos.

El carácter absoluto de la referencia **rayotu** permite obviar esta disyuntiva

Renormalizar cuánticamente

$$E=h f \text{ con } E=E_0P=E_0=hf$$

Renormalizar relativísticamente

Por qué una duración temporal es diferente de una marca de tiempo. El tiempo tiene dos aspectos distintos. Un aspecto instantáneo (etiquetativo) y un aspecto durativo.

timepo

Patronificar=Derivar o construir un patron de una determinada magnitud medible.

esbozar una normalizar matemáticamente los tiempos.

5.9.2 Designación de la frecuencia asociada a la duración del compás.

Esta magnitud se suele expresar habitualmente en música en unidades de negras cada minuto.

$$\frac{\text{ritmo}}{1\text{negra} / \text{minuto}} = 60 \frac{f_{\text{negra}}}{1\text{Hz}}$$

En donde f_{negra} es la frecuencia asociada a la duración de la negra

Estableciendo la correspondencia entre según la convención rayotu entre los colores saturados y las frecuencias asociadas a las duraciones de negra, resulta la siguiente

tablaHacer una tabla de los colores asociados a diferentes frecuencias de negra

#Escala	-9,00	-8,00	-7,00
rayotu	negras/minuto	negras/minuto	negras/minuto
Ve	30,66	61,32	122,64
Tu	32,48	64,96	129,93

Ci	34,41	68,83	137,66
Wa	36,46	72,92	145,84
Za	38,63	77,26	154,51
Vi	40,93	81,85	163,70
Ma	43,36	86,72	173,43
Ca	45,94	91,87	183,75
Jo	48,67	97,34	194,67
Na	51,56	103,13	206,25
Yo	54,63	109,26	218,51
Li	57,88	115,75	231,51

Resulta significativo que esta tabla de asignación de colores sea independiente de la elección de cualquier otra figura estándar (redondas blancas corcheas, semicorcheas) en lugar de la negra. Esto resulta ser así porque la relación entre la frecuencia de dichas figuras y la frecuencia de la negra, es una potencia entera de dos (que corresponde a lo que en frecuencia son saltos de un número entero de octavas) Podríamos decir que las multiplicaciones de la frecuencia de negra por potencias enteras de 2 no altera la “tonalidad rítmica”.

La introducción del número 3 en las secuencias rítmicas, es también muy frecuente en música.

Cuando el 3 multiplica a la frecuencia de la negra o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2 (tresillos), el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación pitagórica:

$\frac{3}{2^1} \approx 2^{\frac{7}{12}}$) a pasar al V grado de la escala. La “tonalidad rítmica” sigue siendo bastante coherente ya que el V grado está en el acorde de tónica.

Cuando el 3 divide a la frecuencia de la negra o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2 (ritmo 3/4), el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación pitagórica:

$\frac{2^2}{3} \approx 2^{\frac{5}{12}}$) a pasar al IV grado de la escala. La “tonalidad rítmica” sigue siendo

bastante coherente ya que el IV grado está en la escala principal (mayor) de la tónica. Algo menos frecuente es introducir los números 5 y 7 en las secuencias rítmicas.

Cuando el 5 multiplica a la frecuencia de la negra o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2 (quintillos), el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación armónica:

$\frac{5}{2^2} \approx 2^{\frac{4}{12}}$) a pasar al III grado de la escala. La “tonalidad rítmica” sigue siendo bastante coherente porque el III grado está en el acorde de tónica.

Cuando el 5 divide a la frecuencia de la negra (ritmo 5/4) o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2, el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación armónica: $\frac{2^3}{5} \approx 2^{\frac{8}{12}}$) a pasar al grado bVI de la escala.

Cuando el 7 multiplica a la frecuencia de la negra o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2 (septillos), el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación armónica: $\frac{7}{2^2} \approx 2^{\frac{10}{12}}$) a pasar al grado bVII de la escala.

Cuando el 7 multiplica a la frecuencia de la negra (ritmo 7/4) o a una de sus normalizaciones por potencias enteras de 2 el efecto desde el punto de vista de la armonía de la frecuencia del ritmo, es prácticamente equivalente (por la aproximación armónica: $\frac{2^3}{7} \approx 2^{\frac{2}{12}}$) a pasar al grado II de la la escala. La “tonalidad rítmica” sigue siendo bastante coherente ya que el grado II está en la escala principal (mayor) de la tónica.

5.9.3 Secuencias coordinadas de armonía-ritmo. (Sacar a un documento independiente)

Dado que la música, -y muchas otras señales que contienen información-, se construyen incorporando señales de banda estrecha que mantienen una coherencia armónica, sobre unidades rítmicas que también mantienen una coherencia armónica, resulta en este punto, natural preguntarse si la presencia o ausencia de una coherencia armónica cruzada entre ambos niveles de estructuración tiene efectos

sobre :

- 1) La precisión y facilidad de codificación o procesamiento automático de la señal.
- 2) La sensación que produce en un oyente humano.

La respuesta a la primera pregunta es claramente sí, puesto que al tener una coherencia las señales de banda estrecha “cabén bien ” en los slots de tiempo.

Además las relaciones de muestreo que son potencias enteras de 2 permiten aplicar algoritmos de procesamiento de sencillez máxima (FFT y wavelet para cardinales de muestras que son potencias enteras de 2) [Ref RAYOTU]

La respuesta a la segunda pregunta es más complicada, y debe ser establecida mediante la realización de un experimento estesiométrico.

La respuesta es importante puesto que de ser afirmativa, indicaría que un buen modelo del sistema de audición humano debería ser integrado es decir , las frecuencias de las señales de banda estrecha se perciben de forma integrada y no son mediadas por un patronificador opaco de frecuencia (explicar esto)

Para diseñar este experimento, se debería ofrecer a un conjunto de sujetos, una variedad de piezas musicales agrupadas agrupadas en parejas con su tonalidad y ritmo alteradas de forma que uno de los elementos de la pareja ofrece coherencia tonalidad-ritmo máxima (Fi-Fi) , mientras que la otra ofrece coherencia tonalidad –ritmo mínima ((Fi-Ni)

Hay que minimizar.

Los sesgos individuales de animosidad hacia las piezas de la muestra

La histeresis asociada al recuerdo de la codificación original de la pieza

El efecto del aburrimiento y el sesgo temporal.

Por ejemplo

Otro enfoque. Analizar piezas de moda y correlar su coherencia con su éxito.

5.9.4 Caracterización RAYOTU de tasas estocásticas de sucesos.

Puesto que las tasas estocásticas de sucesos son cantidades de magnitud dimensionalmente compatibles con frecuencias, es posible utilizar rayotu para describir el color de una tasa.

Aplicaciones : Fiabilidad, renewal proccess, etc

5.10 Designación de silencios, señales de banda ancha.

5.10.1 Designación de los silencios.

Sílaba **no**. Color del fondo. Todo en minúsculas

Letra "0" mayuscula

5.10.2 Designación de notas desconocidas.

Sílaba **ta**. Color gris. Todo en minúsculas

Letra "T" mayuscula

5.10.3 Paquetes percusivos (concentrados de alta frecuencia).

Sílabas formadas con la letra k. Dependiendo del espectro en frecuencia

Ka,Ke,Ki,Ko,Ku

Letra "K" mayuscula . Esto colisiona con *****

5.11 Designadores de contextos.

Los símbolos de contexto sirven para caracterizar la fase de la composición o del ritmo.

5.11.1 Contextos armónicos.

Contexto de tónica **To**

Contexto de Subdominante **Su**

Contexto de Dominante **Te**

5.11.2 Contextos rítmicos.

4/4

Aeio

$\frac{3}{4}$

Aei

5/4

Aeiou

6/8

8/8

TUDO

5.11.3 Designación de señales de banda ancha (percusivas) Ruidos blancos y coloreados(marrón ,rosa etc). Designación del exponente característico.

Todo preliminar

Sílabas formadas con la letra S o F. Dependiendo del espectro en frecuencia
 Sa,Se,Si,So,Su, Fa, Fe,Fi,Fo,Fu
 Letras "S" o F mayuscula

5.11.4 Intervalos asociados a las notas especiales.

Todas las designaciones de notas especiales pueden convertirse en intervalos, de la manera convencional, es decir, añadiendo la letra I al final de la sílaba que los determina.

A no ser que se indique lo contrario, se tomará como nota de referencia, para solfear por intervalos, la última nota no especial de la secuencia.

En caso de pérdida de referencia de la última nota no especial, se comenzará a continuación con el intervalo indeterminado 'tal'

5.12 Diagramas de bolas.

Especifican secuencias de notas en una sola línea

Nota llena: absoluto

Contorno: intervalo

Indicación de la escala de tiempo. Con rayas de escala

5.13 Codificación de números

Asignación preferente de simbolos de color y de laterales

Na=Fi

5.13.1 Codificación de números racionales positivos menores que la unidad.

Ejemplo

Opción	Opcion	Valor	Calculado como...
--------	--------	-------	-------------------

1	2		
n	'n	0	$0 \cdot 12^{-1}$
vr	'vr	0.326389	$3 \cdot 12^{-1} + 11 \cdot 12^{-2}$
nnp	'nnp	0.00578704	$0 \cdot 12^{-1} + 0 \cdot 12^{-2} + 10 \cdot 12^{-3}$

Si la base no está fijada previamente, es obligatorio colocarla como un superíndice

5.13.1.2 Codificación de reales positivos mayores que la unidad.

Hay que colocar obligatoriamente un punto superior (o un superíndice que indique la base) que separe la parte entera y fraccionaria del número. El uso de literales **rayotu** determina directamente el número 12 como base

Ejemplo

Opcion	Valor	Calculado como...
1		
p'	10	$10 \cdot 12^0$
t'yw		$2 \cdot 12^0 + 1 \cdot 12^{-1} + 8 \cdot 12^{-2}$
lt'vx		$2 \cdot 12^0 + 1 \cdot 12^{-1} + 8 \cdot 12^{-2}$
af ¹⁶ 03e		$10 \cdot 16^1 + 15 \cdot 12^0 + 0 \cdot 16^{-1} + 3 \cdot 16^{-2} + 14 \cdot 16^{-3}$

5.13.1.3 Codificación de reales negativos

Hay que colocar obligatoriamente un punto inferior (o un subíndice que indique la base) que separe la parte entera y fraccionaria del número.

La parte que queda a la derecha del punto es el cromatismo del número. El número se obtiene como:

$$\alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \underset{B}{\alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n}} = -2^{p+1} + \alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \underset{B}{\alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n}} \quad \text{Eq (5.3)}$$

Es decir: la operación de elevar el punto decimal hacia arriba (cambio de signo) implica la constante negativa -2^{p+1} .

Por simetría podemos definir la operación de bajada del punto decimal como

$$\alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \underset{B}{\alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n}} = 2^{p+1} + \alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \underset{B}{\alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n}} \quad \text{Eq (5.4)}$$

Ejemplo

Opcion	Valor	Calculado como...
1		
yn.vxg		
.wt		
104 ₈ 72		

5.13.1.4 Propiedades generales de la codificación de números

La posición -arriba o abajo- del punto (o de la base) indica si el número es positivo o negativo.

El residuo de un número con respecto a una base

El residuo de un número con respecto a una base B es la primera cifra que hay detrás del punto en la representación que utiliza la base B. Es decir si el número α tiene cualquiera de las representaciones

$$\alpha = \alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \cdot_B \alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n} ; \text{ si el número es negativo; o bien}$$

$$\alpha = \alpha_p \dots \alpha_1 \alpha_0 \cdot^B \alpha_{-1} \alpha_{-2} \dots \alpha_{-n} ; \text{ si el número es positivo.}$$

El residuo fundamental del número se puede aproximar mediante la expresión

$$\text{residuo Fundamental} \approx \frac{\alpha_{-1}}{B} = \frac{\text{Residuo de } \alpha \text{ con respecto a } B}{B}$$

Los números que no tienen coma se sobre entienden positivos, la coma está a la izquierda. Sólo se puede omitir para números comprendidos entre 0 y 1

Diferencias con la notación tradicional decimal

5.13.2 Ajuste de la frecuencia de referencia para que el cromatismo coincida con el residuo.

Esto arregla los problemas de que no coincide el redondeo con el truncamiento.

Es un ajuste dependiente de la base B

Hay que cambiar la frecuencia de referencia $f_0 \rightarrow f_{0B}$

Con

$$f_{0B} = \frac{f_0}{2^{\frac{1}{2B}}}$$

Por ejemplo: En la convención Iso16 y con B=12,

$$f_{ISO16,12} = \frac{27'5}{\sqrt[24]{2}} = 26'717128381724159$$

5.13.3 Criterios de selección de los códigos silábicos.

Facilidad de pronunciación

No colisión

Evocación. (Designación de objetos patrón en diversas lenguas)

Tabla 5.2 Tabla resumen de las convenciones *RAYOTU*

NY T	RAYOTU	Cif ra	ABC	DoReMi	Frecuencia Nota X0	Longitud Onda	Español	Inglés	Otro
N	Na	0	A	La	27.5 Hz	620 nm.	Naranja	Orangeade	Nada
Y	Yo	1	Bb,A#	Sib,La#	29.1 Hz	585 nm.	Amari(y) o	Yellow	Yo
L	Li	2	B	Si	30.9 Hz	552 nm.	Lima	Lime	
V	Ve	3	C	Do	32.7 Hz	521 nm.	Verde	Vegetable	
T	Tu	4	C#,Db	Do#,Reb	34.6 Hz	492 nm.	Turquesa	Turquoise	Tu
C	Ci	5	C	Re	36.7 Hz	464 nm.	Cielo	C(i)an	
Q	Wa	6	Eb,D#	Mib,Re#	38.8 Hz	438 nm.	A(gua)	(Wa)ter	
Z	Za	7	E	Mi	41.2 Hz	413 nm.	Zafiro	(Z)appire	
W	Vi	8	F	Fa	43.6 Hz	390 nm.	Violeta	Violet	
M	Ma	9	F#,Gb	Solb,La#	46.2 Hz	737 nm	Magenta	Magenta	
K	Ca	10(a)	G	Sol	49.0 Hz	696 nm.	CArmesí		
J	Jo	11(b)	Ab,G#	Lab	51.9 Hz	656 nm	RoJO		(Ho)ng (Chino)
¿	Ta				¿?	¿?	Tal		

G		A		B		C#		Eb		F	
10		0		2		4		6		8	
Ca		Na		Li		Tu		Wa		Vi	
K 737 nm.	J 696 nm.	N 656 nm.	Y 620 nm.	L 585 Nm.	V 552 nm.	T 521 nm.	C 492 nm.	G 464 nm.	Z 438 nm.	W 413 nm.	M 390 nm.
	Jo		Yo		Ve		Ci		Za		Ma
	11		1		3		5		7		9
	Ab		Bb		C		D		E		F#

Figura 5.1 Vista Arco Iris del rango visual del ojo y su correspondencia con las notfigurasas de la escala temperada separada en notas pares e impares.

rayotu

Página 83 de 112

Antonio Fernández Fernández

Edición 20170320

Perspectiva12 

www.perspectiva12.com

6 Aplicaciones rayotu:

6.1 *Categorías expresables mediante rayotu.*

6.2 *La disposicion estandar:*

¿Representar Fi con el verde o con el naranja? ¿MKS o ISO440?

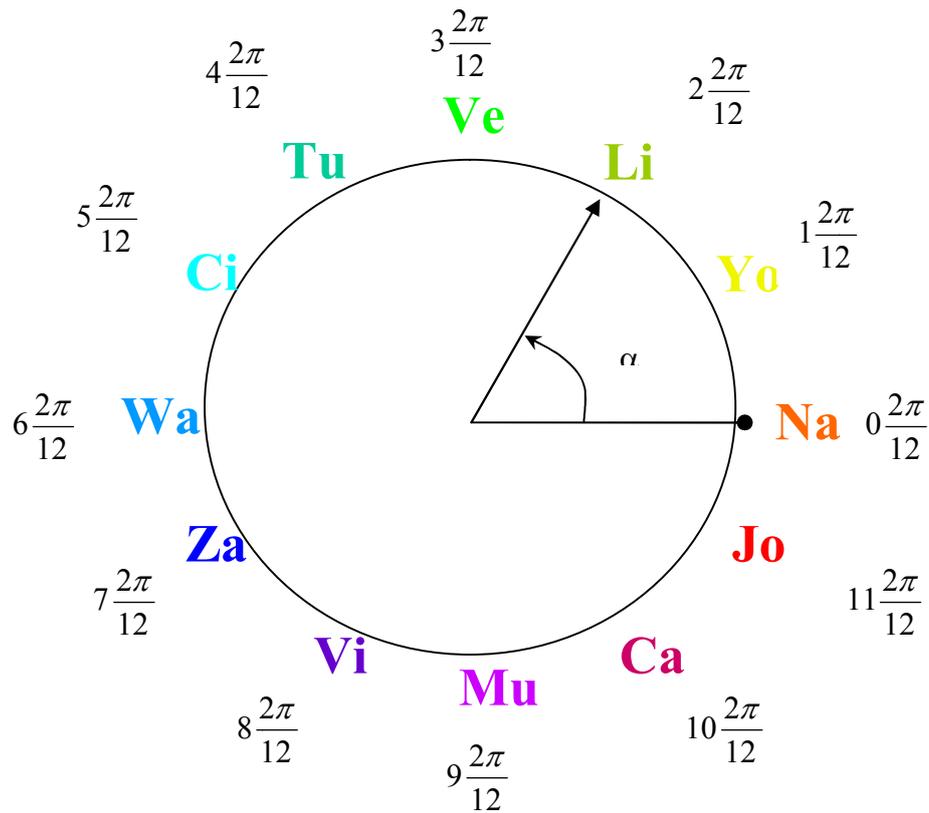
6.3 *Ábaco de rutas compositivas !!!*

Insertar un diagrama de reloj móvil **RAYOTU** dentro de uno fijo FiPape. Esto es lo mejor para componer y seguir la música

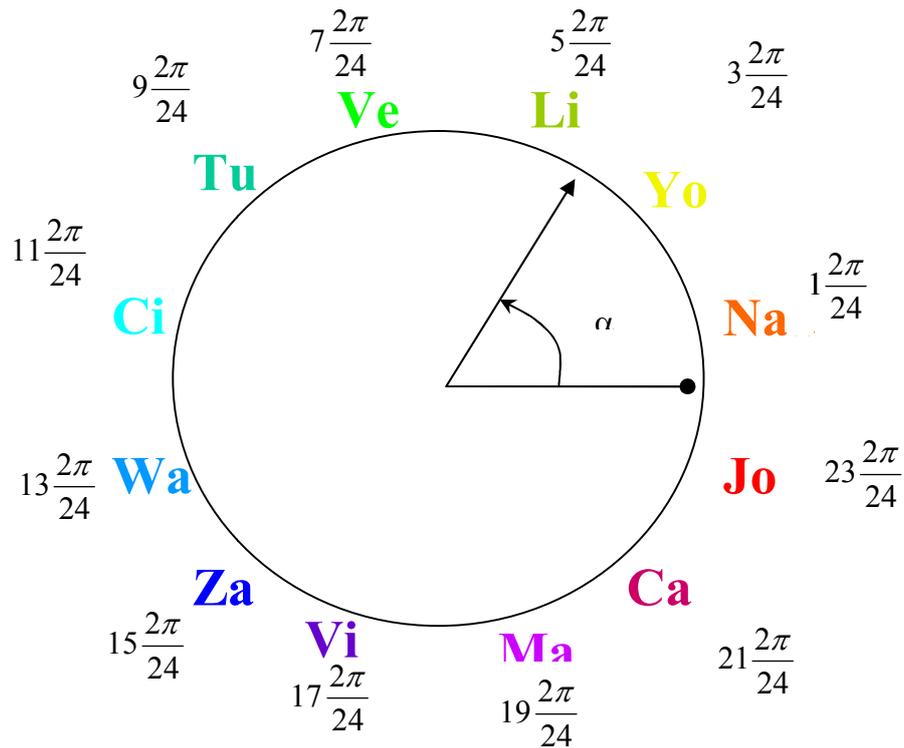
Preferentemente la dirección positiva debería ser antihoraria (como en matemáticas), y colocar Fi arriba, o quizás a la derecha como en matemáticas

Pueden disponerse varios círculos con las principales escalas (mayor y menor

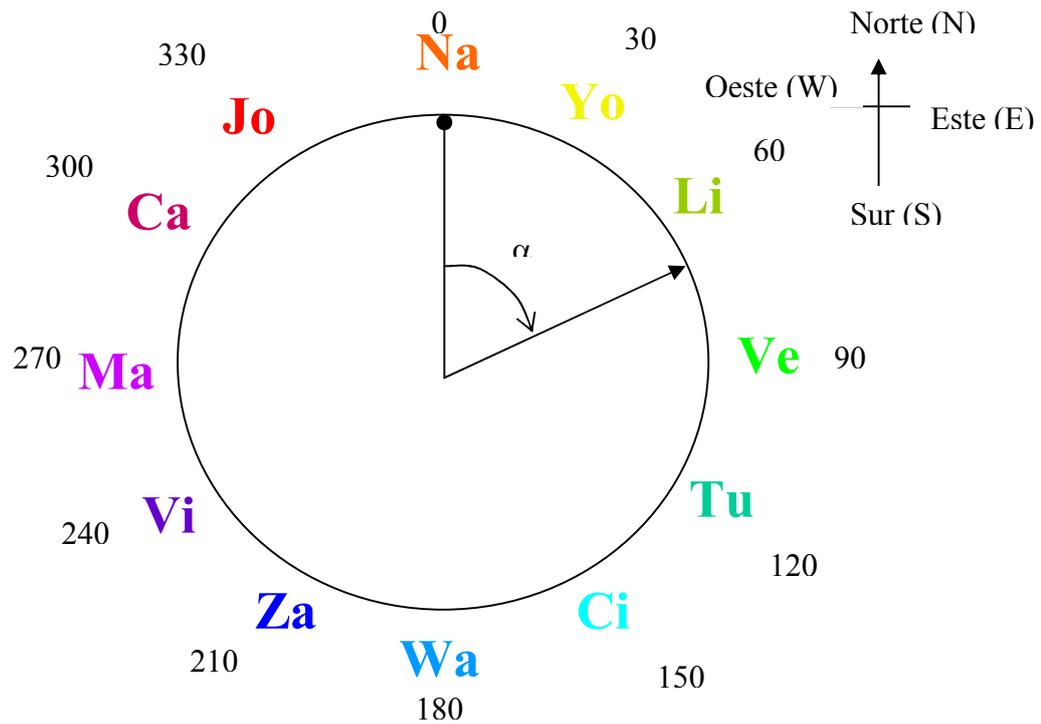
6.4 Ángulos determinados. Raíces complejas de la unidad



6.5 Ángulos centrados.



6.6 Roseta de direcciones: rumbos



6.7 Duración, volatilidad, frecuencia y ticTac

Def: Llamaré volatilidad V [Ref. volatilidad de volátil] al un descriptor de una cierta SBE que se calcula como su duración (D) elevada a una potencia negativa que por lo general se asume -1 .

$$F = 1/T$$

La relación que existe entre la volatilidad y la duración es analoga a la que existe entre la frecuencia y el periodo (T)

$$F = 1/T \Leftrightarrow V = 1/D$$

Es conveniente tener en cuenta que, -al igual que ocurre con la frecuencia-, la volatilidad no es una inversa matemática de una marca de tiempo referida a cierto

origen de tiempos patrón, sino una inversa matemática de la norma del tempovector que conecta dos instantes de tiempo (El ticTac de una SBE)

Una rapidez es una cantidad de magnitud cuyo valor numérico es monótonamente creciente con la frecuencia,

¿Qué diferencia hay entre rapidez y frecuencia?

Rapidez tiene el sentido más general de tasa de eventos

Una rapidez convencional puede describirse con un número positivo asociado a un patrón físico sencillo de reproducir

Toda rapidez es una frecuencia, pero la inversa no es cierta en general

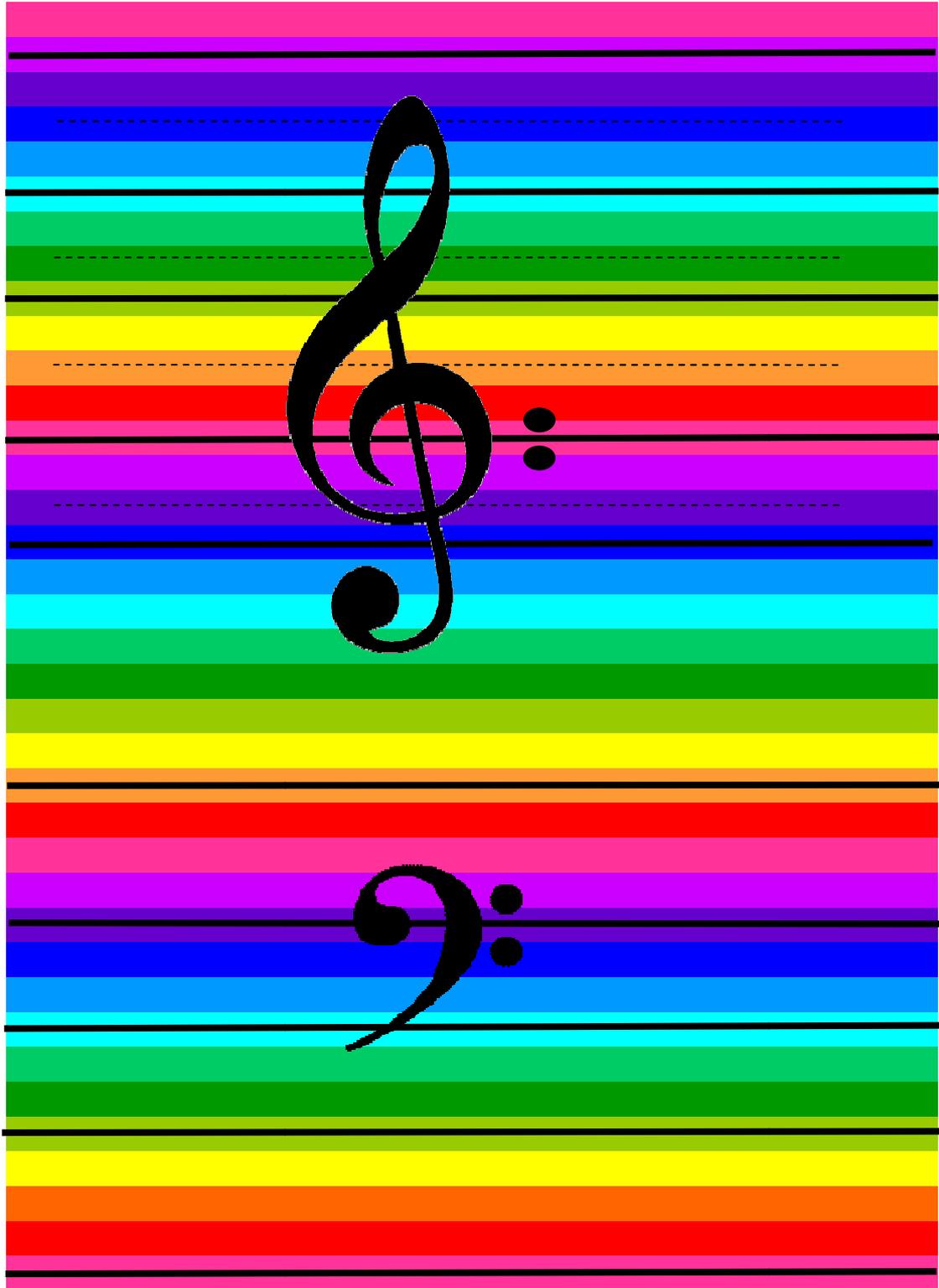
De por que la magnitud frecuencia como descriptor de dominio de un análisis de Fourier de una SBE requiere de un convenio de eternización adicional .

De la relación que existe entre el tiempo de decoherencia (la inversa del ancho de banda y la duración de una SBE?

De cómo se puede formular un descriptor de entropía de una señal $\frac{H}{H_p} \equiv DF \sim \frac{F}{\Delta F}$

6.8 Pentagrama.

A continuación se muestra la correspondencia entre los lugares definidos en el pentagrama y la designación **RAYOTU**. Las líneas punteadas en el centro de los espacios y las líneas llenas marcan las notas sin alterar.



6.10 Codificación de ticTacs y permAnencias.

¿Qué es un es un ticTac?

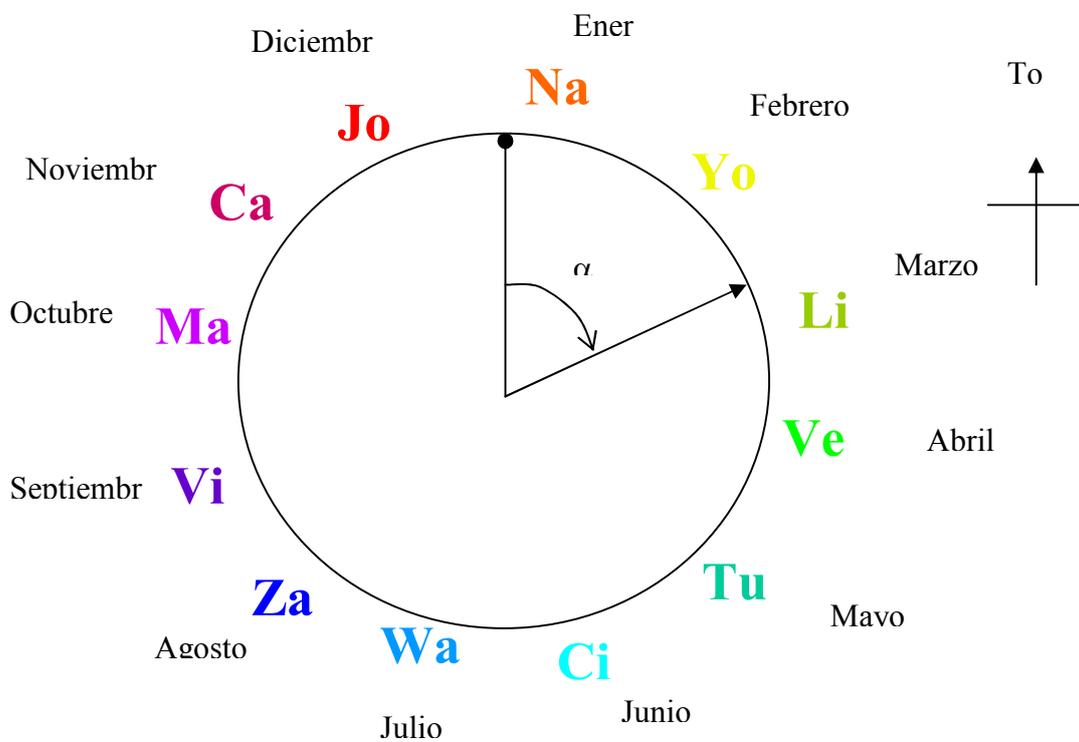
¿Qué es una permAnencia?

¿Cómo se llaman las inversas?

Frecuencia de muestreo (Alternancia)=1/ticTac

Volatilidad=1/Permanencia)

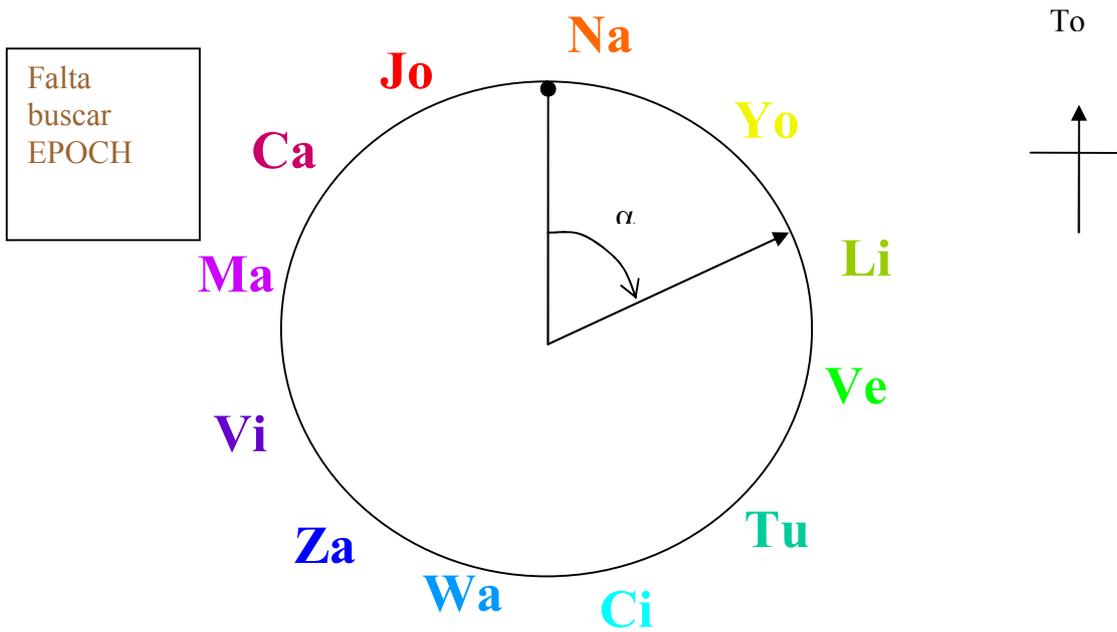
6.11 Interfaz HM de Reloj de ciclo anual (calendario)



Axiomas adicionales:

- + Patron T0 (Evidente) Color0 (No evidente)
- + Quiralidad

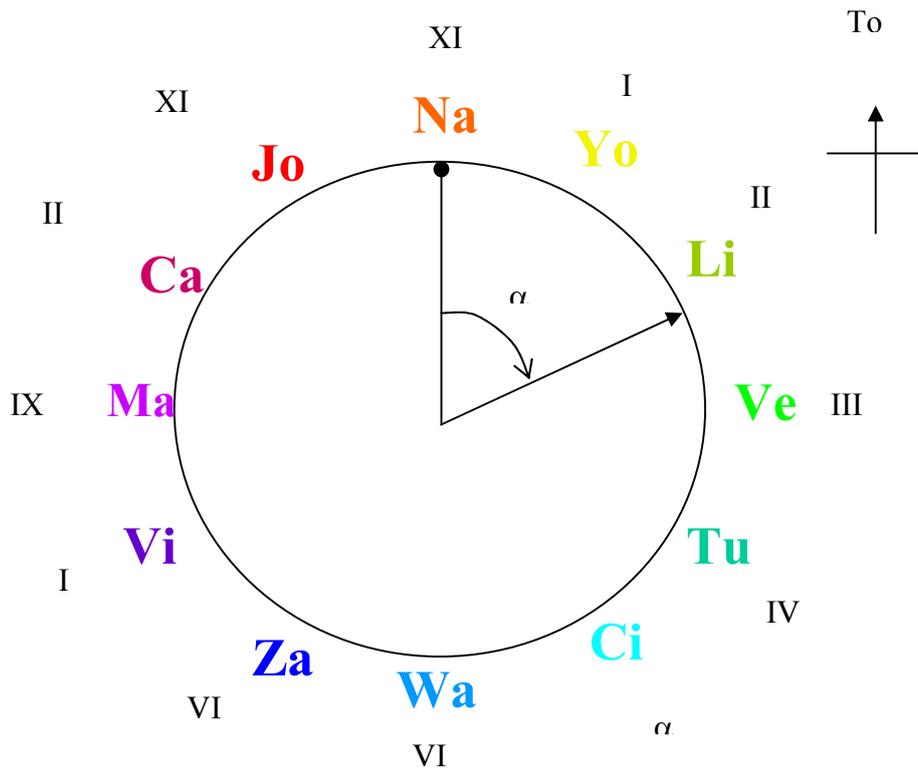
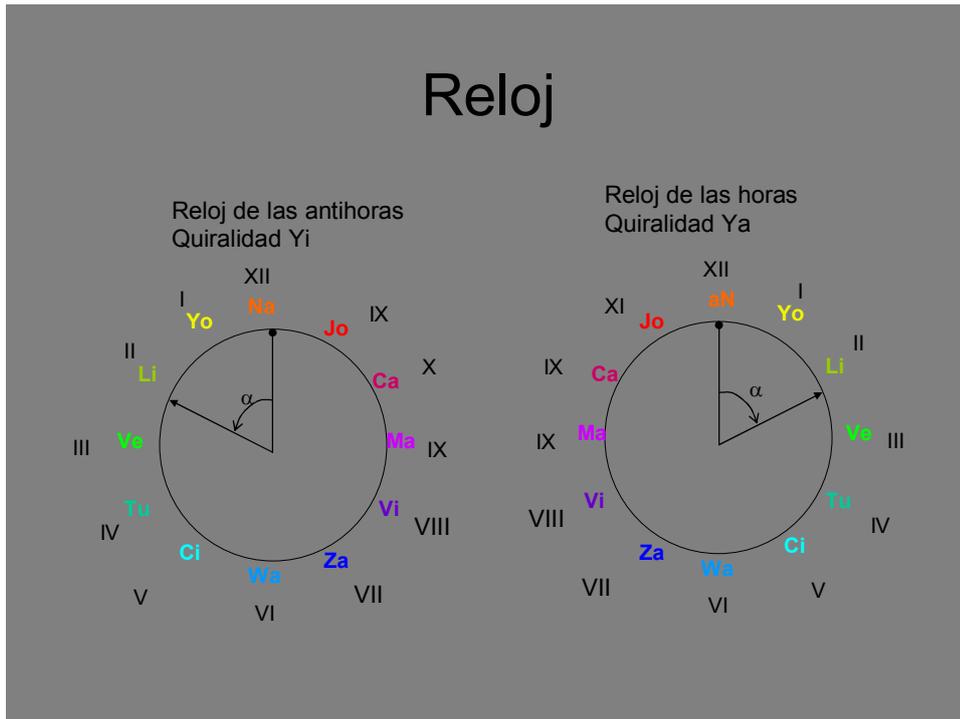
6.12 Calendario Chino



Series cíclicas de 12 años chinos

1900DC= Rata: Dragón: Mono: Buey: Serpiente: Gallo: Tigre: Caballo: Perro: Conejo: Cabra: Cerdo

6.13 Interface HM de Reloj horario de ciclo semidiario.



6.14 Calidades de temperatura.

En diagramas termodinámicos resulta con frecuencia muy útil diferenciar o etiquetar con claridad diversas partes de un sistema que se hallan a diferente temperaturas. Esto permite captar intuitivamente en un solo vistazo las características cualitativas del sistema que se está renderizando.

La convención que propone **rayotu** es la siguiente:

Ca: (Carmesí) : Foco de información pura $T=0^{\circ}\text{K}$

Jo: (Rojo) : temperatura muy fría

..... etc

Ve: (verde) Temperatura central o normal

..... etc

Za: Temperatura muy caliente

Vi: Foco de trabajo puro a $T=\infty^{\circ}\text{K}$

Ma: Dependiendo del contexto: Temperatura Indeterminada o Infinita de signo desconocido

La quiralidad de esta convención con respecto a la 'flecha de frecuencias *' está en consonancia natural con

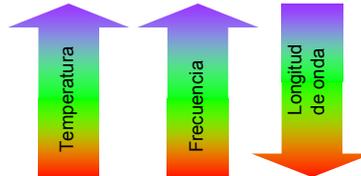
la evolución del máximo espectral de radiación del cuerpo negro, que se desplaza hacia frecuencias más altas a medida que la temperatura aumenta. (Por ejemplo la relación temperatura – color de las estrellas.)

La Ley de Arrhenious. A mayor temperatura se produce más actividad y por consiguiente una mayor tasa temporal de sucesos (frecuencia).

Código de colores de los focos térmicos

- Adoptamos una convención acorde con estos dos patrones:
 - El desplazamiento de Wien del máximo de radiación del cuerpo negro
 - La Ley de Arrhenius (aumento de la tasa de sucesos con la temperatura)
 Esto quiere decir que a mayor frecuencia corresponde mayor temperatura
- El aumento de la frecuencia del espectro visible significa el paso desde los rojos hasta los violetas pasando por todos los colores puros intermedios

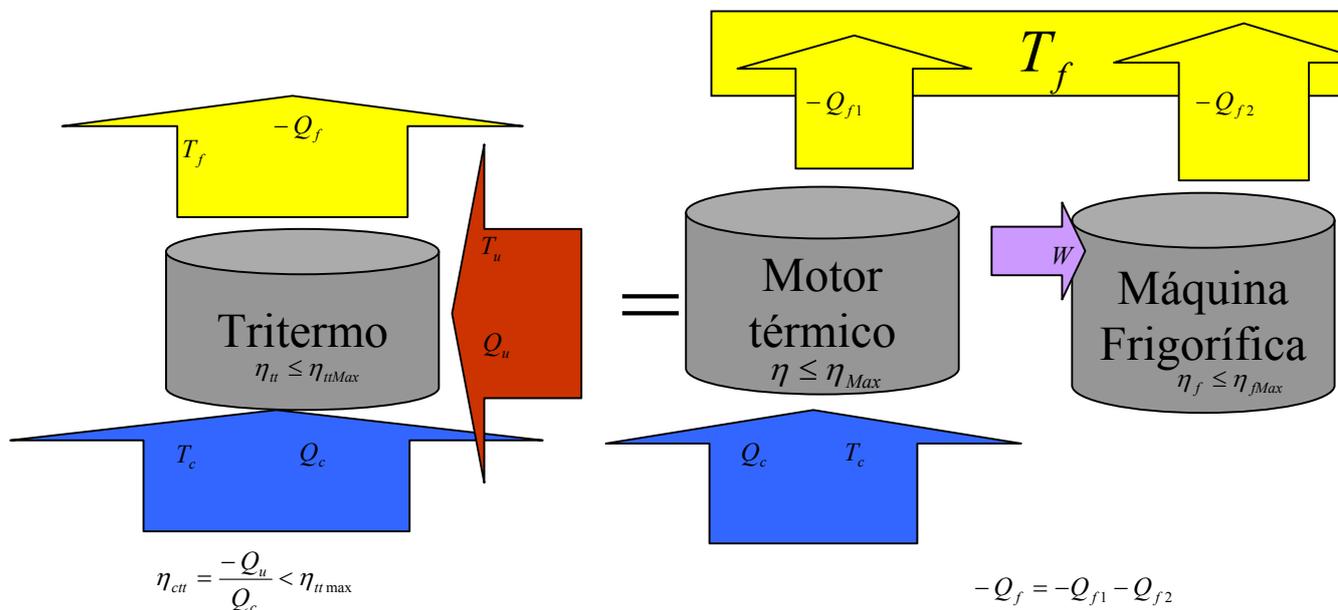
Violeta: Muy alta temperatura
 Azul: Alta temperatura
 Verde: Media temperatura
 Amarillo: Baja temperatura
 Rojo: Muy baja temperatura



Antonio Fernández Fernández

3

Por ejemplo el siguiente diagrama que permite descomponer una maquina cualquiera conectada a tres focos térmicos en un motor térmico y una máquina frigorífica.



6.14.1 Una paradoja perceptiva con respecto a la intuición humana de la temperatura.

Resulta sorprendente que la convención 'natural' expuesta más arriba se halle en contradicción con el siguiente axioma intuitivo visual :

“lo rojo es más caliente que lo verde, y lo verde más caliente que lo azul”

Por contraste, el patrón auditivo intuitivo sí parece sugiere un aumento de actividad a medida que crece el pitch.

En cualquier caso, las representaciones orientadas a fines científico-técnicos deberían seguir al patrón físico mejor que a la impresión subjetiva por motivos de coherencia de los axioma empíricos.

6.15 Cromodinámica cuántica.

El alfabeto **RAYOTU** resulta óptimo para codificar las relaciones de intercambio de color de los quarks.

Quarks. Elementos del grupo SU3

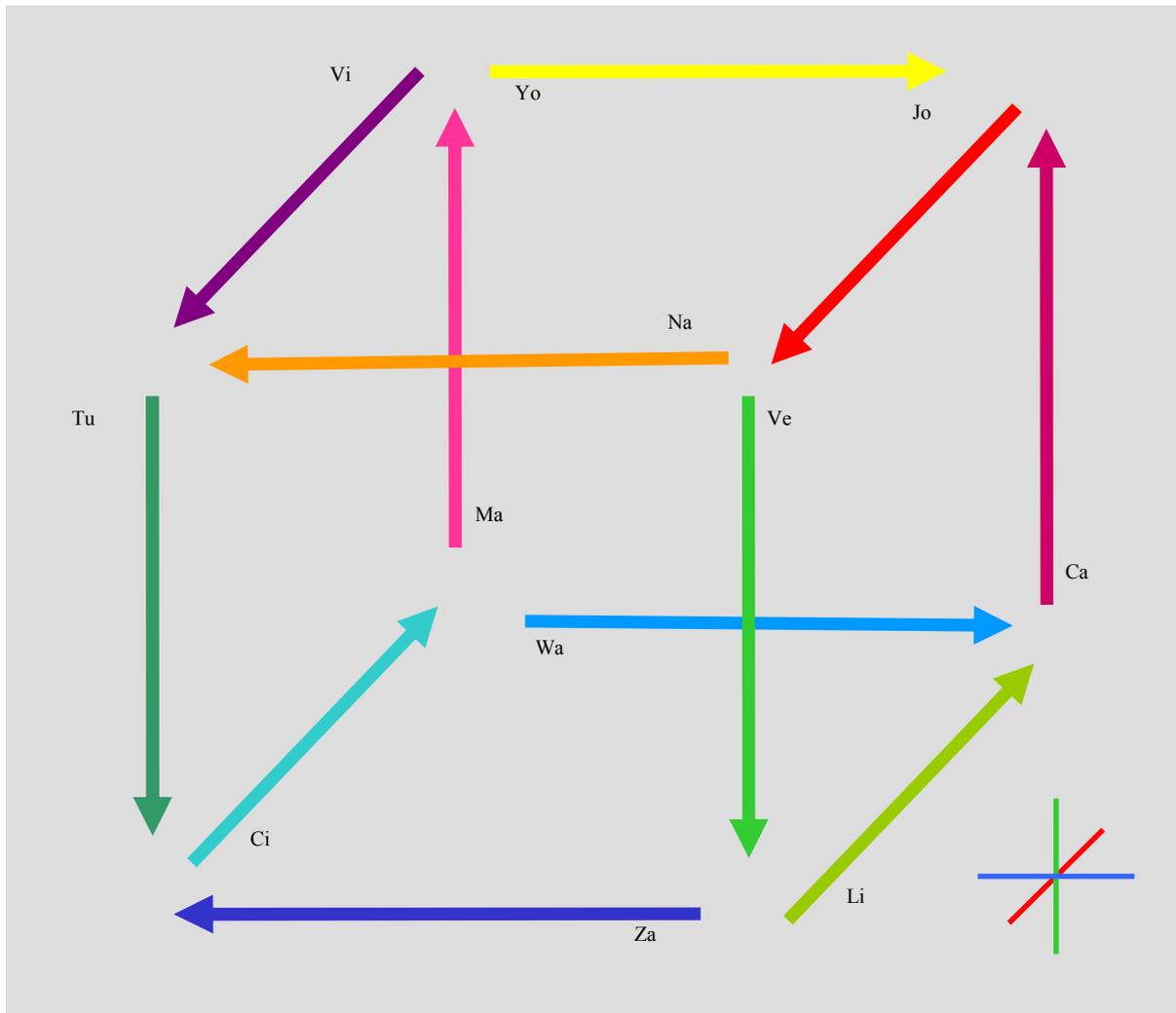
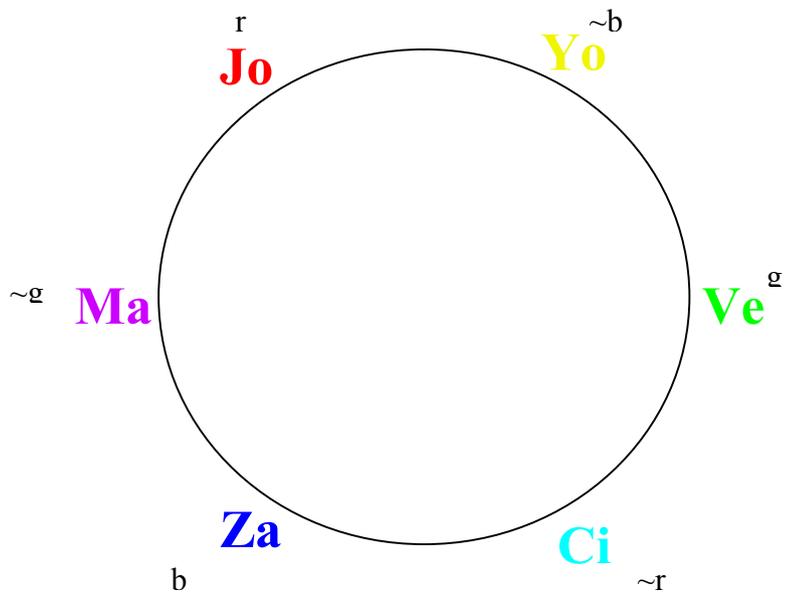


Figura 6-1: Nomenclatura rayotu de los elementos del grupo SU3

Los colores de los quarks pueden denotarse en **rayotu** como sigue-



6.16 Etiquetado de las caras de un dodecaedro. “Principio de Horror al vacío”.

6.16.1 Elecciones en la forma de secuenciar las caras.

6.16.2 Imposibilidad de asignar un ordenación de las caras basada en el grupo modular del 12 sin romper la simetría. Axiomas patron adicionales

6.16.3 Algoritmo de ‘horror al vacío’.

Partiendo de una cara que se toma como primera, se elige como siguiente cara en la secuencia ordenada aquella que se encuentre más alejado de los demás, intentando además que la repulsión sea más fuerte cuanto más recientemente se ha colocado el elemento.

6.17 Bioelementos.

Casualmente , un conjunto de 12 bioelementos es capaz de dar cuenta de buena parte del comportamiento de los seres vivos. (6 No iónicos y 6 iónicos)

H O C N P S Cl Na Ca K Mg Fe

Si añadimos el Mn y el Co salen 14 que se pueden codificar si tambien se usan el blanco y el negro

¿Por qué son tan escasos el aluminio y el silicio en los seres vivos?

6.17.1 Aplicaciones

Se pueden establecer designaciones de equilibrio químico entre especies (demografía ecológica a nivel elemental)

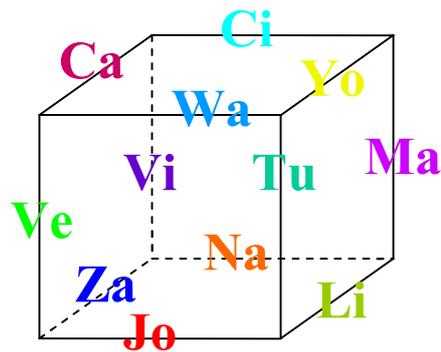
Banderas másicas normalizadas

6.18 Etiquetado y designación de las aristas de un cubo.

Las aristas son 12

Para completar un cubo hacen falta 2 axiomas, uno completo (1 bit) y el otro parcial

Formas normales



6.19 Codificación del lenguaje de Gödel.

El lenguaje de Gödel de codificación de enunciados lógicos tiene 12 símbolos, y por tanto puede ser codificado mediante **RAYOTU**. quizá [utilizando un símbolo de blanco como separador](#) y [reservando el negro para futuros usos](#)

6.20 Nucleótidos. Bases nitrogenadas

Como existen 4 nucleótidos, se puede adoptar una convención que permita renderizar secuencias nucleotídicas visual o auditivamente mediante **RAYOTU**. Esto puede ser útil para realizar comparaciones rápidas de secuencias utilizando como discriminador, el ojo, el oído o un sistema de reconocimiento automático.

Una propuesta particular basada en las siguientes consideraciones

a) Dos axiomas 'razonables' :

Nucleótidos complementarios deben ser opuestos en el diagrama de color.

El cromatismo de los cuatro nucleótidos debe ser lo mas contrastado posible

b) Una onomatopeya patrón:

Ci es Citosina

d) Es deseable que exista cierta Homogeneidad colórica que permita reconocer el tipo estructural (purina o pirimidina) por el matiz de color.

La especificación de Uracilo o Timina se deja para el contexto (ARN o ADN)

Para la sincronización de los tripletes, se pueden dejar celdas vacías (silencios blancos o negros) indicando el comienzo de los mismos

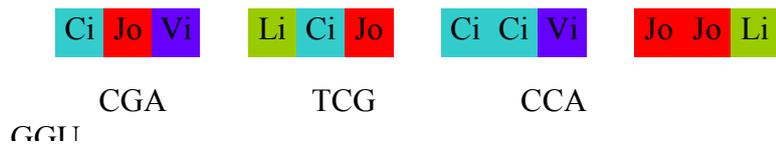
También es necesario axiomatizar las correspondencias entre los sentidos de síntesis y renderización

Correspondencias de sentidos		
Síntesis proteica	Antes	Después
Renderización visual	Lo que está más arriba Si está a la misma altura Lo que está más a la izquierda	Lo que está más abajo Si está a la misma altura Lo que está más a la derecha
Renderización auditiva	Antes ¿la misma?	Después

Con estas consideraciones, la propuesta es la que se resume en la siguiente tabla

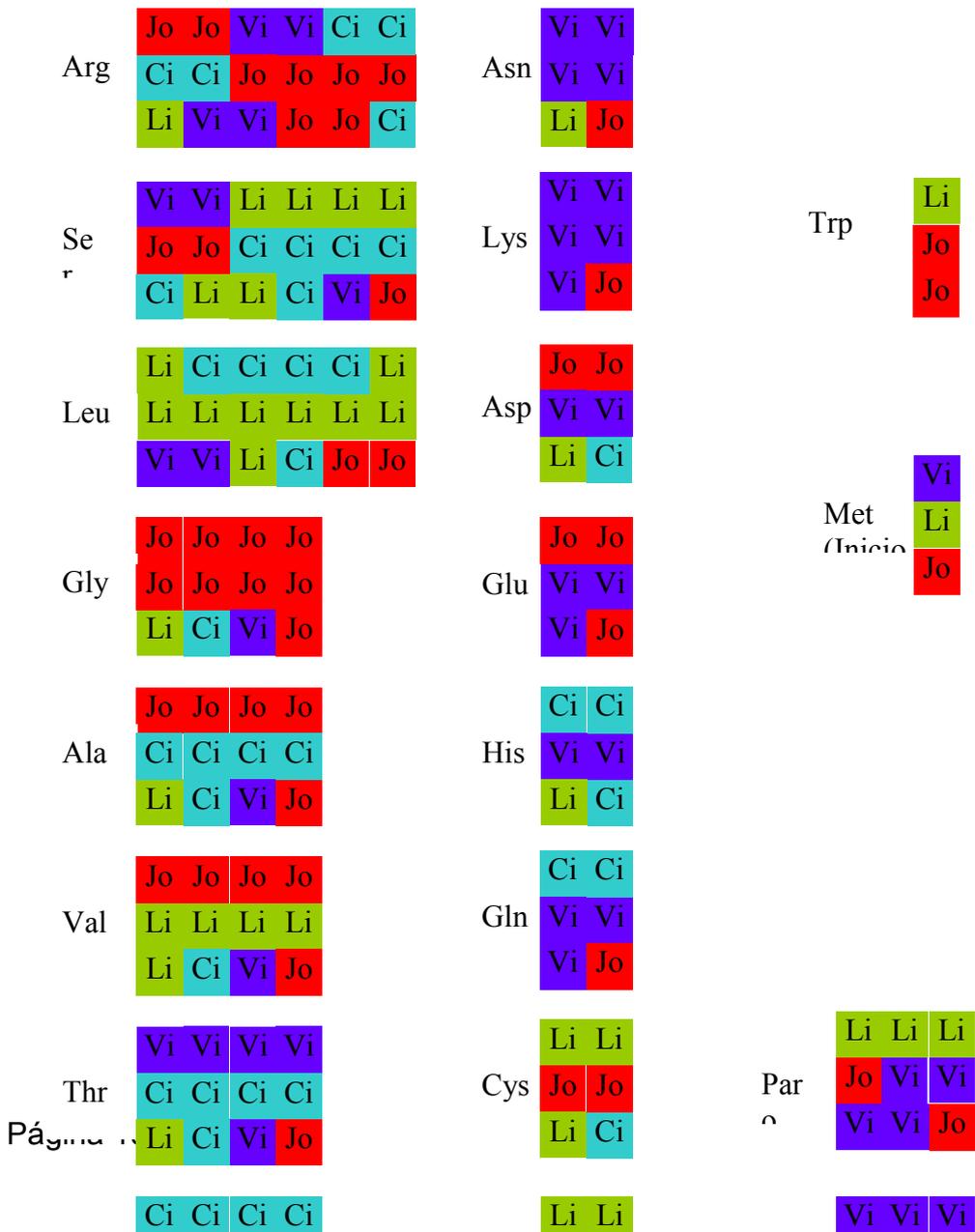
Purinas (matiz rojizo)		Pirimidinas (matiz verde)
Adenina (VI)	complementa a	Timina-Uracilo (LI)
Guanina (JO)	complementa a	Citosina (CI)

6.20.1 Ejemplo de codificación rayotu de una secuencia de nucleóticos.



6.20.2 Codificaciones de los 20 aminoacidos constitutivos

Las codificaciones de los 20 aminoacidos constitutivos + los símbolos de delimitación de secuencia quedan como sigue: **Repasar**



Esta normativa de visualización permite captar bien intuitivamente la estructura del código
Curiosamente el número de codones que codifican un símbolo siempre es un divisor de 12, y
todos los divisores de 12 están representados

Además, el número de símbolos representados por n codones es:

Hay 3 símbolos codificados con 6 codones

Hay 5 símbolos codificados con 4 codones

Hay 2 Símbolos codificados con 3 codones

Hay 9 símbolos codificados con 2 codones

Hay 2 Símbolos codificados con 1 codón

$$3 + 5 + 2 + 9 + 2 = 21$$

$$3 \cdot 6 + 5 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 9 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$$

7 Referencias

Se han propuesto cientos de sistemas de notación musical como alternativas a la notación tradicional en la música occidental

Aillen Brennink

Jacques-Daniel Rochat: Dodekat

Tom Reed: Tinline

Paul Morris's TwinNote

John Kellers's Express Stave

Jose QA. Sotorrio Bilinear Music notation

No requieren el uso de alteraciones

Music notation Project

Web site

Feigenbaum

Wikipedia

A duplex theory of pitch perceptionLicklider1951.pdf

Patente de Ian Montgomery.

Tesis de la chica esta del HSV RGB etc

[1] J.O. Pickles (1988) An Introduction to the Physiology of Hearing, London: Academic (2nd ed.).

[2] R. Plomp (1976) Aspects of Tone Sensation: A Psychophysical Study, London: Academic.

[3] B.C.J. Moore (1989) An Introduction to the Psychology of Hearing, London: Academic, (3rd ed.).

[4] E. Zwicker and H. Fastl (1990) Psychoacoustics: Facts and Models, Berlin, New York: Springer.

[5] E. Terhardt (1972) "Zur Tonhöhenwahrnehmung von Klängen" *Acustica* 26: 173-199.

[6] E. Terhardt (1974) "Pitch, consonance, and harmony" *J. Acoust. Soc. Am.* 55: 1061 - 1069.

[7] S.S. Stevens and J. Volkman (1940) "The relation of pitch to frequency: A revised scale" *Am. J. Psychol.* 53: 329-353.

[8] L.L. Beranek (1949) *Acoustic Measurements*, New York: Wiley.

[9] E. Zwicker, G. Flottorp and S.S. Stevens (1957) "Critical bandwidth in loudness summation" *J. Acoust. Soc. Am.* 29: 548-557.

[10] E. Zwicker und R. Feldtkeller (1967) *Das Ohr als Nachrichtenempfänger* 2. Aufl., Stuttgart: Hirzel.

[11] B.C.J. Moore and B.R. Glasberg (1983) "Suggested formulae for calculating auditory-filter bandwidths and excitation patterns" *J. Acoust. Soc. Am.* 74: 750-753.

[12] H. Traunmüller (1990) "Analytical expressions for the tonotopic sensory scale" *J. Acoust. Soc. Am.* 88: 97-100.

[13] H. Traunmüller and A. Eriksson (1995) "The perceptual evaluation of F0-excursions in speech as evidenced in liveliness estimations" *J. Acoust. Soc. Am.* 97: 1905 - 1915. (Abstract)

Url de codificación de color

<http://www.musicincolor.com>

<http://www.educarchile.cl/portal.base/web/vercontenido.aspx?id=185450>

<http://www.ubieta.com/fonocromia.html>

<http://home.vicnet.net.au/~colmusic/>

<http://www.openprocessing.org/visuals/?visualID=4121>

<http://www.artelista.com/obra/9308465978130428-escaladedomayor.html>

<http://www.biosonic.org/ManualSpa/FOTONICA.htm>

Tel 91 5425597

Fotoacústica

8 Desiderata y Fé de errores:

8.1 Ojo: En las ediciones a partir de 20120128 han cambiado el RAYOTU en el nucleo

- TU por LI,
- Mu por Ma,
- Ma por Tu

Queda así empezando en La : Na Yo Li Ve Tu Ci Wa Za Vi Ma Ca Jo Na

8.2 Cambiar en casi todos los sitios pitch classes por clase de tono.

8.3 Documentar la convención de designar el dominio de un acorde con la terminación R.

La terminación R indica la forma de solfear los acordes con respecto a una escala sin explicitar las notas auxiliares que lo forman.

Por ejemplo: En la escala de Do mayor:

FiR= domisol= FiPoGu=VeZaCa

Per =

Esto facilita muchísimo la comunicación de los acordes

8.4 Meter un resumen de convenciones

Cambiar la modulación terminada en I

por la terminación F (pensárselo por si luego sigue FI) → Funciona.

por la terminación s.

La ventaja de L: que no hay que cambiar nada

La ventaja de F y S: Que fonéticamente no tienen frecuencia fundamental asociada (no son sonoras) y “no hay que cantarlas”, lo cuales una ventaja puesto que indican una transición. En este sentido, La L sesga el discurso musical. Ya que es necesario cantarla obligatoriamente, bien en la nota anterior o bien en la siguiente.

La ventaja de F: que indican que la nota anterior de alguna forma se convierte en tónica

Justificar la fonética española de vocales como un subconjunto simple común a las lenguas . el español en rayotu y la pronunciación de la G la W y la J

Referencias

Filtro de Q constante

Ian Montgomery.

Guido de Arezzo.

Objetivo: solfeabilidad total y flexible e intuitivo

Hablar de quiralidad: bigger to left y bigger to right (BITOLE y BITORI)

9 Scratch

9.1 ¿Por qué rayotu se llama “rayotu”?

Rayotu es una metáfora que pretende dar da un nombre sugerente a los elementos de la realidad verbalizable y, de paso, a las categorías básicas del lenguaje.

Na (El vacío), El Yo y mi interlocutor Tú .

La emergencia de lo desconocido, el azar o la previsión del momento siguiente emergen de alguna forma (o quizás están ya presentes sin revelar) de la comunicación que se establece entre estos tres entes

El yo y la tónica.

El yo es la vivencia del momento presente.

Regresión y progresión

Los axiomas de síntesis de un patron de escala musical.

Tres notas conectadas por contiguidad en frecuencia. Tónica, SuperContigua y Subcontigua

Tres notas conectadas por contiguidad armónica (impar) Tónica Dominante y Subdominate

La reflectividad de los acorde mayores en menores corresponde a una reflexión quiral sobre el eje de la tónica y a una reflexión quiral del sentido de transcurso del tiempo. Así los acordes menores evocan el pasado y los mayores el futuro.

9.2 Frecuencias y colores

Color, wavelength, frequency and energy of light

Color	λ (nm)	ν (THz)	λ (μm^{-1})	E' (eV)	E' (kJ mol ⁻¹)
<u>Infrared</u>	>1000	<300	<1.00	<1.24	<120
Red	700	428	1.43	1.77	171
Orange	620	484	1.61	2.00	193
Yellow	580	517	1.72	2.14	206
Green	530	566	1.89	2.34	226
Blue	470	638	2.13	2.64	254
Violet	420	714	2.38	2.95	285
Near ultraviolet	300	1000	3.33	4.15	400
Far ultraviolet	<200	>1500	>5.00	>6.20	>598

The colors of the visible light spectrum^[1]

color	wavelength interval	frequency interval
<u>red</u>	~ 700–635 nm	~ 430–480 THz
<u>orange</u>	~ 635–590 nm	~ 480–510 THz
<u>yellow</u>	~ 590–560 nm	~ 510–540 THz
<u>green</u>	~ 560–490 nm	~ 540–610 THz
<u>blue</u>	~ 490–450 nm	~ 610–670 THz
<u>violet</u>	~ 450–400 nm	~ 670–750 THz

9.3 *FI5KI y NoDo*

Alfabetos de símbolos silábicos y literales para la codificación de los elementos del grupo modular del 12.

Relación y diferencias entre los elementos del grupo modular y los cromatismos

Es la misma que existe entre puntos del espacio euclideo (cromatismos) y vectores de translación en el espacio (elementos del grupo modular)

Esto viene a solucionar una carencia de la notación musical tradicional: la imposibilidad de solfear de forma biunívoca una partitura debido a ausencia de nombres silábicos y únicos para las notas alteradas. Con el solfero por número se puede describir una melodía de forma independiente a la tonalidad.

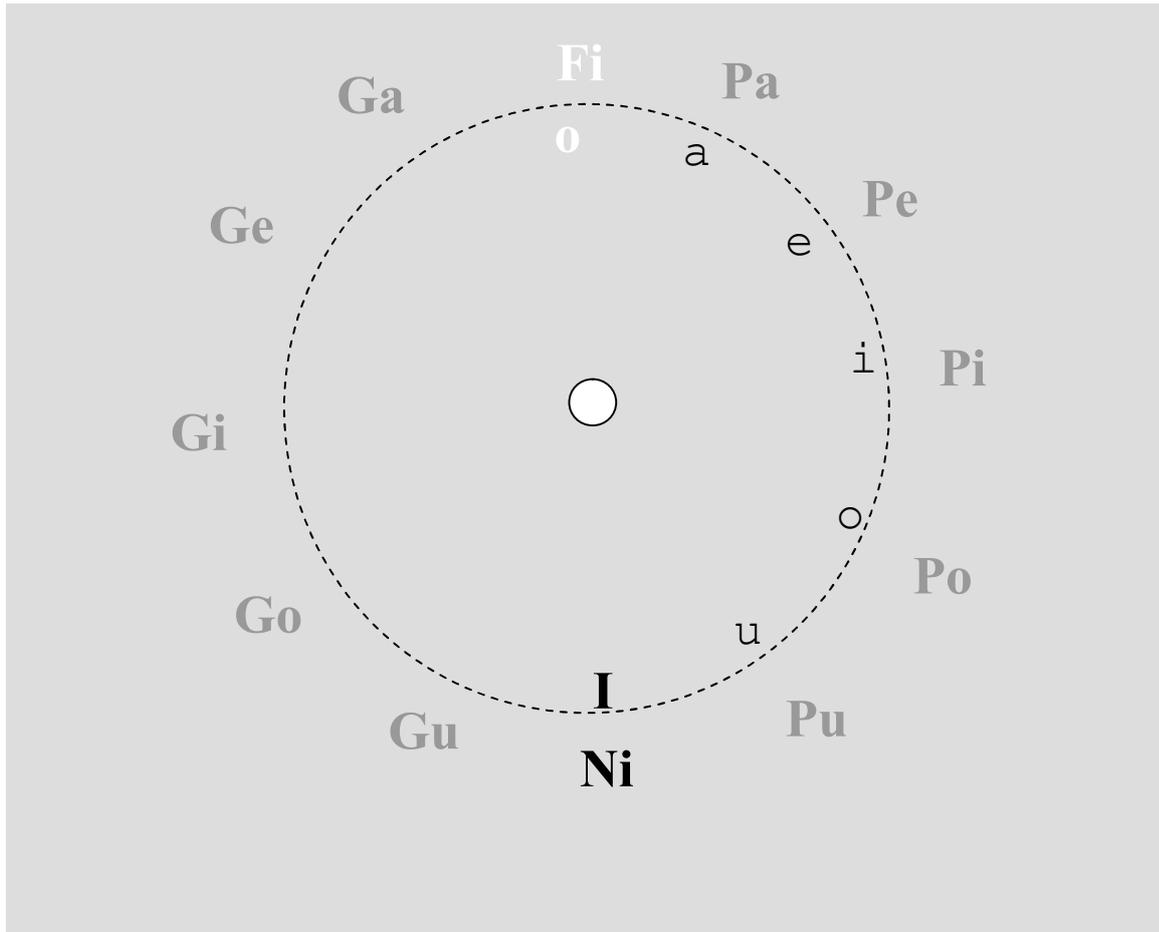
Designación de cromatismos relativos a una frecuencia tónica sin especificar

Se explota la simetría con respecto a la tónica y se hace hincapié en facilitar las inversiones con respecto a la misma

	Número	Intervalo	
-5	Gu		
-4	Go		
-3	Gi		
-2	Ge		
-1	Ga		
0	Fi		
1	Pa		
2	Pe		
3	Pi		
4	Po		
5	Pu		
+ - 6	Ni		

Si no sabemos donde empieza una secuencia, empezamos con Ta o Tan.

Diagrama



En este diagrama Fi está en blanco porque indica la referencia

El centro del diagrama (no es una nota, se designa como NoDo (No Doce))

10 Plantillas

$$\#nota = 12 \text{Frac} \left(\text{Log}_2 \left(\frac{f}{f_0} \right) \right) = 12 \text{Frac} \left(\text{Log}_2 \left(\frac{c}{\lambda f_0} \right) \right) \quad \text{Eq (10.1)}$$

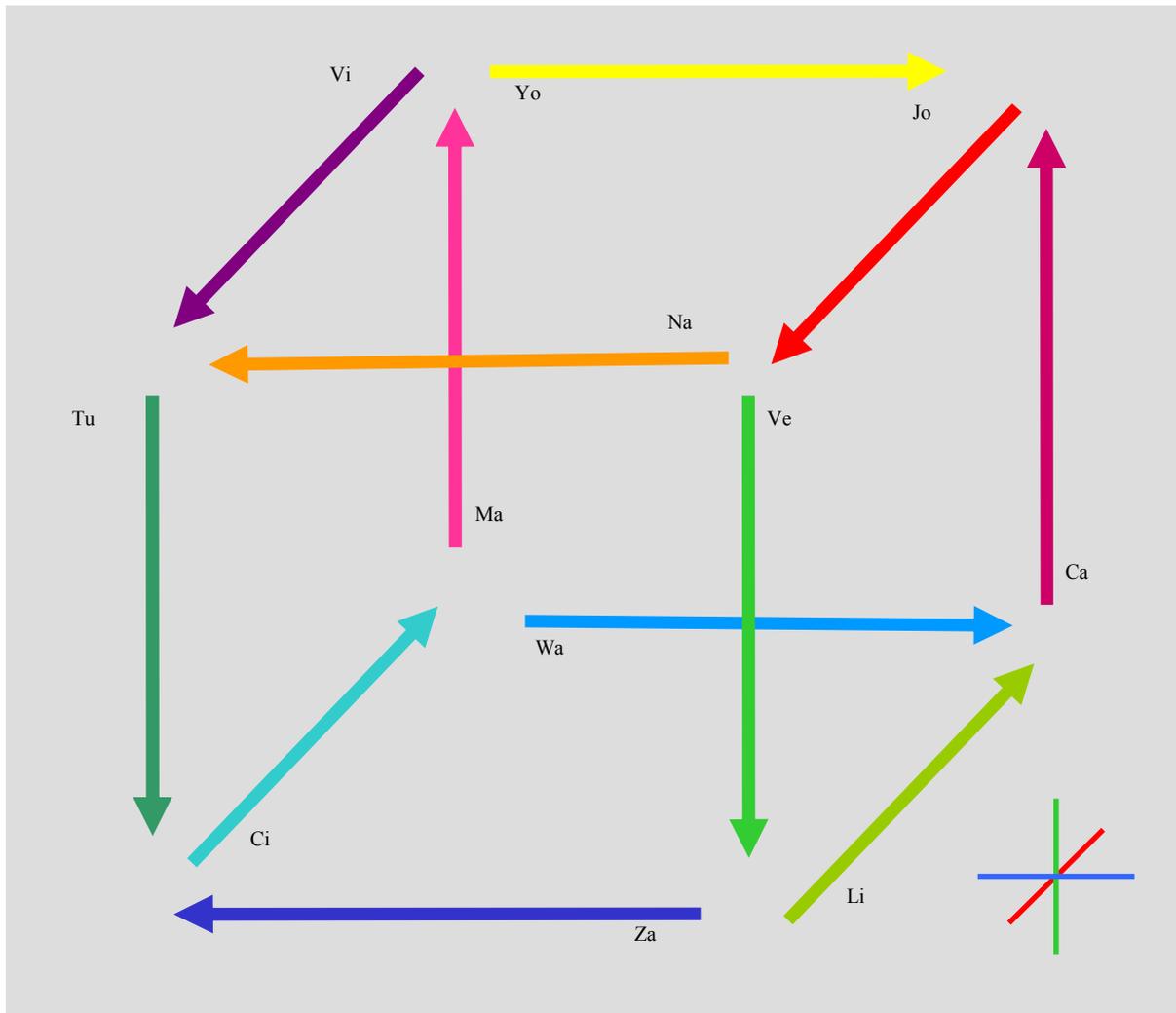


Figura 10-1: Nomenclatura rayotu de los elementos del grupo SU3