

TECANA AMERICAN UNIVERSITY
ACCELERATED DEGREE PROGRAM
Bachelor of Science in Information Systems Engineering



**“PRUEBA DE APTITUD MUSICAL (PAM),
COMPUTADOR-CONTROLADOR MIDI, DISEÑO CONCEPTUAL”**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE
BACHELOR OF SCIENCE IN INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING**

Cursante: José Luis Del Riego García

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Luis Del Riego García', is written over a horizontal line.

“Por el presente juro y doy fe que soy el/la único (a) autor (a) del presente informe y
Que su contenido es fruto de mi trabajo, experiencia e investigación académica”.

Santiago, 02 de noviembre de 2018

DEDICATORIA

“La razón de este proyecto se lo dedico a Dios, a la Virgen, al camino y a quienes andamos siempre intentando no perder el sendero”.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento sincero a todas aquellas personas que se han cruzado por mi vida dejando su semilla plantada en mi inconsciente, de que todas las cosas se pueden lograr en esta vida, que la constancia es el motor que da forma a las ideas, que la paz despeja la ansiedad y que los frutos son más dulces y más sabrosos cuando estos se encuentran en el punto exacto de maduración.

Quiero brindar un especial agradecimiento a mis padres quienes sembraron las semillas más importantes que han permitido ser quien soy, sobre todo especial agradecimiento a ellos por su paciencia ante mi rebeldía de siempre querer hacer las cosas a mi manera, gracias por darme la libertad de acción con la confianza que todos sus consejos y enseñanzas ya formaban parte de mí.

No podría dejar de agradecer jamás a Marianela mi compañera del camino, el amor eterno que me regala su vida todos los días de nuestras vidas, la que nos dio los mejores hijos del mundo, la que aún acompaña los mejores y peores momentos de mi vida, la que sigue siendo mi amor eterno durante toda la eternidad, la que me ha apoyado durante este largo proceso para culminar este proyecto que termina de cerrar uno de los ciclos importantes de mi vida, y al mismo tiempo ratificándome que:

Siempre serás lo que tú decidas ser y serás tan bueno en lo que hagas de acuerdo con el tamaño de tu ética, compromiso y preparación, corroborando que para eso no hace falta un pergamino que lo indique, sino una vida y una secuencia coherente que lo avale, el pergamino es una gran satisfacción solo cuando este ya no cuenta para decir quién eres.

Agradezco a mis dos hijos a quienes dedico todos los momentos más importantes de mi vida, por ser ellos los motores que mueven los engranajes de mi existencia.

Finalmente, llegue mi reconocimiento a todas las personas, amigos y conocidos, que han confiado en mí de una u otra forma y que se han interesado por este proyecto, el cual sin duda será de gran provecho para el avance de la educación musical, así como una contribución importante en la evolución de los métodos de evaluación musical futuros.

RESUMEN

El presente trabajo de grado se refiere al diseño conceptual de un sistema informático que sea capaz de medir el nivel de aptitud Musical de un individuo.

Para la definición del marco de referencia teórica utilizaremos todos aquellos elementos que consideramos más importantes de cada uno de los estudios realizados por los autores de pruebas análogas de aptitud musical tradicional y a partir de sus preceptos más aceptados y de mayor vigencia en la actualidad, producir nuestro propio sistema interactivo informático de evaluación del nivel de aptitud musical.

Para lograr el correcto funcionamiento de esta prueba de evaluación interactiva de aptitud musical haremos uso tres elementos principales que son:

Un computador, el cual será el dispositivo que contenga toda la programación del sistema, las solicitudes de ejecución de las pruebas y la programación necesaria para poder descifrar, ponderar y almacenar correctamente las respuestas emitidas por el individuo que está siendo evaluado.

Un controlador de teclado MIDI, el cual actuará como dispositivo de recepción y emisión de datos y que a su vez será el dispositivo de interacción directa con usuario.

El protocolo de comunicación MIDI, como canal de lenguaje de comunicación entre el computador y el controlador de teclado MIDI, el cual actuara como canal de transmisión y recepción de datos desde el computador hacia el controlador y viceversa.

Como resultado final de este trabajo produciremos el diseño conceptual del sistema **Prueba de aptitud musical (PAM)** el cual será presentado en forma de documentos entregables, necesarios para el futuro desarrollo e implementación de este.

Palabras Clave: Aptitud Musical, Protocolo MIDI, Sistema, Controlador, test.

ABSTRACT

The present work of degree refers to the conceptual design of a computer system that can measure the level of musical aptitude of an individual.

For the definition of the theoretical frame of reference, we will use all those elements that we consider most important in each of the studies carried out by the authors of traditional tests of traditional musical aptitude and based on their most accepted precepts and of greater validity at present, produce our own interactive computer system for assessing the level of musical aptitude.

To achieve the correct functioning of this test of interactive evaluation of musical aptitude we will make use of three main elements that are:

A computer, which will be the device that contains all the programming of the system, the requests for execution of the tests and the programming necessary to be able to decipher, weight and correctly store the answers issued by the individual that is being evaluated.

A MIDI keyboard controller, which will act as a device for receiving and transmitting data and which in turn will be the device for direct interaction with the user.

The MIDI communication protocol, as a communication language channel between the computer and the MIDI keyboard controller, which will act as a channel for transmitting and receiving data from the computer to the controller and vice versa.

Because of this work, we will produce the conceptual design of the musical aptitude test (PAM) system, which will be presented in the form of deliverables, necessary for the future development and implementation of the same.

Keywords: Musical Aptitude, MIDI Protocol, System, Controller, test.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
INDICE GENERAL
RESUMEN
INTRODUCCION

CAPITULO I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema	10
1.2. Justificación de la Investigación	11
1.3. Objetivos de la Investigación	11
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Alcances	12
1.5. Limitaciones.....	12

CAPITULO II. INTRODUCCION A LAS APTITUDES MUSICALES

2.1 Conceptualización del término aptitud.....	13
2.2 Que es la Aptitud musical	13

CAPITULO III. EVALUACION DE LAS APTITUDES MUSICALES.

3.1 Evaluación de las aptitudes musicales en el tiempo.....	15
3.2 Aspectos evaluables en un test de aptitud musical.....	18
3.2.1 Tono o altura de los sonidos.....	18
3.2.2 Intensidad.....	20
3.2.3 Timbre.....	21
3.2.4 Duración del sonido (Tiempo).....	23
3.2.5 Ritmo.....	24

3.2.6 Memoria Tonal.....	24
CAPITULO IV.	
EL PROTOCOLO MIDI	
4.1. Definiciones Básicas del protocolo MIDI.....	26
4.2 Características Físicas	26
4.2.1 Funcionamiento del Circuito MIDI.....	27
4.2.2 El Cable MIDI.....	29
4.2.2 Los Conectores MIDI	30
4.3. Lenguaje MIDI.....	31
4.4 Protocolo de Comunicación para interfaces digitales de instrumentos musicales o controladores.	
4.4.1 Mensajes MIDI.....	34
4.4.1.1 Mensajes de canales	34
4.4.1.2 Mensajes del Sistema MIDI	35
4.4.1.2.1 Mensajes del sistema común.....	36
4.4.1.2.2 Mensajes de sistema de tiempo real.....	36
4.4.1.2.3 Mensajes de sistema exclusivo.....	36
CAPITULO V.	
DISEÑO CONCEPTUAL DE SISTEMA INTERACTIVO PARA PRUEBA DE APTITUD MUSICAL (PAM)	
5.1 Análisis Preliminar.....	38
5.2 Especificación y análisis de requerimientos.	39
5.2.1 Requerimientos Funcionales del sistema.....	39
5.2.2 Procesos involucrados en el sistema PAM.....	47
5.3 Documentos del Diseño del sistema interactivo para prueba de aptitud musical (PAM)....	49
CONCLUSIONES.....	62
REFERENCIAS	64

INTRODUCCION

El siguiente trabajo de grado es presentado como el cumplimiento del último eslabón requerido por la Tecana American University (TAU), con el fin de optar por el título de Bachelor of Science in Information Systems Engineering.

Los elementos que conforman este trabajo de tesis están orientados directamente a la producción de un diseño conceptual de un sistema informático que de forma interactiva permita evaluar las aptitudes musicales de un individuo.

En la primera parte del trabajo presentaremos las posiciones y estudios de los principales y más importantes autores de pruebas de evaluación musical análoga de todos los tiempos, para de esta forma definir cuáles serán los aspectos más importantes que deben ser sujetos a evaluación, así como también de la forma en que estos aspectos deben ser presentados y evaluados a través de nuestro programa interactivo de evaluación musical PAM.

La parte central de este trabajo estará basada en un completo abordaje de lo que significa el protocolo de comunicación MIDI, el cual será el canal de comunicación que usaremos para transmitir las preguntas al individuo desde el computador a través de un controlador de teclado MIDI y recibir las respuestas del mismo al momento de la ejecución de las diferentes pruebas de aptitud musical presentadas con el fin de poder ponderar dichas respuestas y almacenar la información necesaria requerida.

Para el cuerpo final de este trabajo se presenta el diseño conceptual del sistema interactivo informático para la prueba de aptitud musical PAM, tomando como fundamentos de sus bases lo especificado anteriormente.

Este trabajo se presenta como un proyecto tecnológico factible y tiene como objetivo general producir un diseño conceptual de un sistema informático interactivo que sea capaz de evaluar acertadamente las aptitudes musicales de un individuo.

Centraremos los objetivos específicos de este trabajo en lograr el dominio de la metodología que involucra todo el proceso de diseño de concepto de un sistema informático cualquiera, además de lograr el dominio de todos los elementos tecnológicos involucrados entre los que destaca la utilización del protocolo de comunicación MIDI como lenguaje transmisor y receptor de datos.

Como metodología para llevar a cabo este trabajo de grado nos centraremos en el análisis de toda la documentación utilizada producto de una investigación previa de acuerdo al tema del proyecto factible seleccionado y toda la documentación producida en trabajos anteriores a este, referenciados a la Ingeniería de Sistemas, la ingeniería de software y el diseño de sistemas entre otros también importantes como lo es la experiencia adquirida durante más de 29 años de labores continuas en el campo de la informática.

El presente informe será estructurado en una secuencia de cinco (5) capítulos, de manera de hacer un recorrido que comienza con la justificación y formulación académica del proyecto factible y continuo avanzando con la base conceptual de conocimientos, pasando desde lo particular y específico y culminando con el diseño conceptual de un sistema informático.

El capítulo I describe el problema de la investigación desde el punto de vista académico, identificando el planteamiento del problema, las justificaciones de la investigación, así como sus objetivos alcances y limitaciones.

En el capítulo II nos enfocaremos en definir y entender todo lo referente al término de aptitud y muy especialmente la aptitud musical.

En el capítulo III abarcaremos todo lo referente a la forma de poder evaluar dichas aptitudes musicales, así como del estudio de las corrientes de pensamiento y sus enfoques en los aspectos que deberían ser tomados en cuenta para lograr una buena base teórica conceptual que nos permita después poderlas llevar al plano informático.

El capítulo VI se nos presenta como el marco fundamental para la comprensión del protocolo de comunicación MIDI y todo lo referente a la información que este proporciona, así como la comprensión de su codificación a fin de tener bases sólidas al momento de la captura y programación en lenguaje MIDI.

El V capítulo marca el final con el diseño de concepto del sistema informático interactivo de Prueba de Aptitud Musical (PAM), conjugando en el todos los conceptos y protocolos vistos en los capítulos anteriores en referencia al tema planteado, así como utilizando todo lo aprendido y manejado en los trabajos anteriores a esta tesis, con el fin de proporcionar un diseño de concepto, estructurado de tal forma que estaría listo para continuar con la fase de programación.

CAPITULO I.

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Según las teorías de autores considerados fundamentales en el campo de la pedagogía musical se constata la complejidad de establecer una definición que consiga una aceptación unánime sobre la habilidad musical. Ésta, la definiríamos como la característica que diferencia a las personas con capacidades para la música de las que no las poseen. La dificultad radica en la determinación de cómo y dónde se establece la frontera.

Las pruebas de habilidad musical son las más aceptadas en la psicología para la música, su finalidad es la evaluación del potencial de un individuo para conseguir una conducta musical habilidosa.

Entre las pruebas creadas y los estudios comparativos realizados a los mismos que vamos a tomar en cuenta como base teórica de este proyecto en referencia a la aptitud musical, caben destacar, en orden cronológico, los de Hollingworth (1935); Adler (1929); Stanton (1928); Highsmith (1929); Farnsworth (1949); Mursell (1967); Manzer y Marowitz (1935); Fay y Middleton (1941); Vernon (1950); French (1951); Anniballe (1955); Mira y López (1959); Cerdá (1960), y Seashore, C.; Lewis, D.; Saetveit, J.(1992).

Para nuestro trabajo de investigación tomaremos lo mejor de cada una de ellas para producir nuestro propio sistema de evaluación del nivel de aptitud musical del individuo mediante la interacción de estos enunciados a través de un controlador MIDI y el computador.

La música y las ciencias exactas guardan una relación que es conocida desde hace muchos siglos, en la antigua Grecia, 500 años AC, Pitágoras encontró relaciones entre los sonidos y el peso de martillos de herrero, al tratar de averiguar porque parecían sonar de forma melodiosa al golpearlos con un yunque. Descubrió que un martillo de la mitad de un peso de otro producía un sonido de exactamente del doble de frecuencia que el otro, es decir una octava más alta.

Por un lado, la informática se ha ido extendiendo a todos los campos del conocimiento humano y por otro, la música también por sí misma, está fuertemente relacionada con las matemáticas y la física, por tanto, fue algo muy natural el que ambos mundos se complementaran para expandirse. Una aplicación de esta unión es lo que hoy conocemos como MIDI.

De esta forma se evidencia la necesidad de contar con un instrumento de medición que tome en cuenta los diferentes enunciados de los muchos autores en referencia a la psicología musical, a través de la interacción con un controlador MIDI que registre la respuesta a lo solicitado y cuyos resultados producto de la interactividad del controlador con el individuo sean tomados por un sistema informático que los pondere de acuerdo a esos enunciados y los califique estableciendo un rango o nivel de aptitud musical de un individuo.

1.2. Justificación de la Investigación

El beneficio directo de incorporar un sistema interactivo de evaluación de aptitud musical mediante el uso del protocolo de comunicación MIDI, que sea capaz de determinar con la mayor precisión el nivel de aptitud musical de un individuo, lo que se traduce en un mejoramiento de los procesos de selección del estudiantado que optara por carreras orientadas a la música, ayudará al estudiante a conocer previamente sus aptitudes innatas para el aprendizaje y ejecución de algún instrumento musical en particular y de esta forma lograr mayor éxito en su estudio y ejecución.

Con la incorporación del sistema interactivo de Prueba de Aptitud Musical (PAM), se logrará romper los paradigmas de los métodos tradicionales incorporando progresivamente nuevos elementos que no son considerados por los métodos tradicionales de evaluación de aptitud musical.

En el ámbito teórico – científico, permitirá al investigador ahondar en los conocimientos relacionados con el protocolo de comunicación MIDI y su programación, además de la forma en como puede ser utilizado este protocolo para resolver de forma interactiva y automática un problema específico que podría incluso ser utilizado en otras áreas más allá del ámbito musical.

En el ámbito práctico, esta investigación contribuirá con el mejoramiento en la selección de estudiantes de carreras musicales de acuerdo a su aptitud para la música, abarcando lo mejor de los estudios realizados en test de psicología musical tradicionales e incorporando nuevos paradigmas que podrían aumentar las posibilidades de incluir un mayor número de estudiantes potencialmente calificados y con aptitudes suficientes para llevar a feliz término su titulación en estas carreras, teniendo en cuenta que a pesar que un individuo no tenga aptitudes especiales para la ejecución de algún instrumento en específico, si podría tener aptitudes para realizar composiciones musicales.

Finalmente, la relevancia social de la investigación se basa en la oportunidad de incorporar un mayor número de personas con aptitudes musicales específicas a las diferentes modalidades de la carrera musical, contribuyendo de esta forma a minimizar las frustraciones del individuo de estudiar una carrera para lo cual no posee aptitudes, así como diversificar las oportunidades de este para diferentes tipos de modalidades referenciadas a la música en este caso.

1.3. Objetivos de la Investigación.

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar una aplicación informática interactiva que permita evaluar de manera rápida y efectiva el nivel de aptitud musical de un individuo mediante el uso de un controlador y un computador, valiéndose del protocolo de comunicación MIDI, con el objetivo de lograr de forma efectiva la decisión del individuo de estudiar una carrera musical de acuerdo a sus aptitudes musicales innatas, o de la institución para seleccionar y evaluar al estudiantado que pretende ingresar a una carrera musical.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Incorporar la mayor cantidad de elementos teóricos y prácticos de diversos estudios y pruebas de aptitud musical realizadas por autores reconocidos, para ser tomados como base teórica de nuestro sistema informático de prueba de Actitud Musical.
- Hacer uso del protocolo de comunicación MIDI para la solicitud de los datos requeridos, así como para la comunicación de estos mediante un sistema informático que efectuará el procesamiento de los datos recibidos y emitirá una respuesta de valoración.
- Desarrollar un sistema informático interactivo basado en el protocolo de comunicación MIDI para determinar con la mayor precisión el nivel de aptitud musical de un individuo.

1.4 Alcances.

Respecto al alcance de este desarrollo tecnológico presentado como proyecto factible se circunscribe especialmente orientado a institutos de educación musical básica y avanzada, así como a cualquier persona que desee conocer su grado de aptitud musical.

1.5 Limitaciones.

La necesidad de efectuar la prueba de aptitud musical PAM de forma presencial según este diseño conceptual.

CAPITULO II.

INTRODUCCION A LAS APTITUDES MUSICALES

2.1 Conceptualización del término aptitud

El significado del término “aptitud” puede variar dependiendo de donde provenga la opinión, por un lado vemos que se utiliza no como un rasgo unitario o una individualidad, sino como una combinación de rasgos y de habilidades que hacen que un individuo pueda ser exitoso o indicado para ejercer determinados tipos de ocupaciones o actividades y por otro lado, la aptitud se interpreta como una característica unitaria y concreta que un individuo posea en la ejecución de ciertas actividades o profesiones

La aptitud como término viene del latín Aptus, que significa capaz para, es decir que posee habilidades, facultades o destrezas innatas para realizar determinadas actividades con éxito.

La aptitud de un individuo para determinada tarea o conjunto de ellas facilita el aprendizaje y la ejecución de actividades donde se involucra o involucran la o las destrezas que posee cada individuo para llevarlas a cabo con éxito.

Las aptitudes pueden ser vistas como un sustrato constitucional de una capacidad innata cuyo grado dependerá del desarrollo natural de la aptitud, de la formación educativa en algunos casos, de la influencia del medio y del ejercicio en otros, por tanto, esa capacidad puede ser objeto de evaluación y ponderación a fin de poder obtener un indicativo de unas determinadas realizaciones futuras.

2.2 Que es la Aptitud musical.

A través de la historia podemos ver que se han producido un sinnúmero de teorías acerca del número y naturaleza de las aptitudes especiales que pueden poseer los individuos, Kelley (1928), realizó un análisis factorial sobre una gran variedad de pruebas y llegó a la conclusión que “las aptitudes pueden clasificarse en: intelectuales, verbales, numéricas, espaciales, motoras, musicales, sociales y mecánicas” (p.115).

Posteriormente a estos estudios se ha ampliado la gama de aptitudes especiales con la realización de análisis factoriales mediante una mayor cantidad de pruebas, pero nosotros tomaremos en cuenta solo las aptitudes musicales de manera principal y las aptitudes, motoras e intelectuales como complemento de las primeras, debido a la naturaleza de este trabajo.

Podemos definir la aptitud musical como la capacidad innata de un individuo para poder ejecutar con éxito todas o algunas de las principales funciones involucradas en la música, es decir capacidades innatas de un individuo para las ejecuciones acústicas, que se relacionan con la capacidad indispensable de percibir los sonidos musicales, las ejecuciones motoras, que intervienen en la producción de los sonidos musicales y las capacidades intelectuales, que hacen posible la interpretación de composiciones musicales así como el surgimiento de nuevas ideas.

Como podemos observar no hay una definición única del término aptitud por tanto del mismo modo tampoco existe una definición única del término aptitud musical.

Son muchos los autores que han realizado innumerables aportes a la construcción de una definición única y universal y uno de ellos fue Vernon (1950), quien sostenía que “las aptitudes musicales se pueden dividir en cuatro factores: Sensoriales, perceptivos, imaginativos y de discriminación estética” (P.90).

La aptitud musical guarda una relación directa con los factores de discriminación estética y los de audición y más sutilmente, con el sub-factor numérico y con la imaginación, de tipo auditivo.

De la misma manera, aparece también indicada una relación de forma indirecta, con los factores de estimación de longitudes y de recuento de puntos, así como también con los factores psicomotores, ya que existen ciertas prácticas musicales que exigen este tipo de factores al implicar la coordinación psicomotora para su realización.

De todo esto, podemos resumir que la aptitud musical se presenta como la capacidad para producir un rendimiento en el campo de la actividad específica que se trate, en este caso la musical y que esta capacidad de disposición natural del individuo, es decir, innata, la cual aparece desde la primera infancia y se mantiene en el tiempo y que la experiencia, educación o los aprendizajes especiales mejoran las destrezas pero no forman la aptitud y que esta solo puede ser afectada por experiencias traumáticas o especialmente drásticas.

Las aptitudes musicales pueden ser clasificadas en:

- **Acústicas:** Capacidad para percibir los sonidos.
- **Motoras:** Las que intervienen en la producción de sonidos musicales
- **Intelectuales:** Que hacen posible la interpretación de las composiciones musicales y la innovación con el surgimiento de nuevas ideas.

Si analizamos la actividad musical, podemos observar fácilmente que estas tres funciones son parte integral de la misma, debido a que la ausencia de una imposibilita la existencia de dicha actividad musical, ya que los diversos elementos que componen la aptitud musical constituyen variables independientes y que una persona puede poseer un grado elevado de una de ellas y en grado diferente las otras, por tanto el individuo que posea una aptitud musical elevada, será el que reúna en su mayor perfección todos y cada uno de estos elementos, total o parcialmente correlacionados entre sí.

CAPITULO III.

EVALUACION DE LAS APTITUDES MUSICALES.

3.1 Evaluación de las aptitudes musicales en el tiempo.

La búsqueda de mecanismos que permitan evaluar las destrezas o aptitudes musicales de un individuo ha sido y continúa siendo muy controversial, ya que el concepto de aptitud musical es complejo y ha sido estudiado desde las distintas perspectivas ideológicas.

Estos estudios de evaluación comienzan a desarrollarse de manera muy marcada durante el siglo XX, basándose en sus inicios en la evaluación de la percepción auditiva y más adelante en el estudio de los diversos elementos de la percepción.

Fue Carl Seashore en 1938 el pionero en la investigación de la psicología musical, llevándolo un año después a diseñar un test que media las habilidades musicales, este test se centró principalmente en ponderar las habilidades sensoriales que guardaban relación con la percepción de los fenómenos sonoros, correspondientes a componentes pre-musicales y no con respecto a la música como un todo, argumentando que estas habilidades son fundamentales en la elaboración musical, las cuales son: timbre y duración e intensidad de los sonidos.

Esta prueba fue cuestionada en esa época por estar basada en elementos que se consideran previos a la música y no contextualizados a la música en su completitud.

Por otra parte, James Mursell (1937) defiende una visión de musicalidad como una combinación de varios elementos entre los que destaca: Sentimiento musical, conocimiento perspectivo de las relaciones tonales y las agrupaciones rítmicas.

Estas dos visiones generaron corrientes diferentes de pensamiento, por una parte la de los “específicos”, representados por Seashore cuyo test se basa en la independización de las variables de medición, diferenciando claramente cuatro aspectos: Tonal, dinámico, temporal y cualitativo o tímbrico y la corriente que apoya la teoría Omnibus de Mursell que defiende la idea de que la aptitud musical debe medirse como una combinación de procesos relacionados con la respuesta afectiva al ritmo y al sonido, además de conocimiento perceptivo de las relaciones tonales y de las agrupaciones rítmicas.

En la misma dirección que Mursell se presenta Hebert Wing en 1969 para quien la aptitud musical es también global, pero sin excluir la posibilidad de discriminación y no depende de aspectos sensoriales.

En su batería de pruebas, Wing propone no solo la medida de la capacidad perceptiva sino también incorpora los juicios estéticos del individuo, elaborando un material musicalmente estructurado, basándose en la tonalidad.

Aparece Max Schoen en 1940, considerando la aptitud musical al igual que Seashore de modo factorial formada por varias capacidades independientes como factores primarios tales como: Sentimiento musical (afectivo), comprensión musical (intelectual), sensibilidad musical (sensorial) y virtuosismo (motor) y además distingue varios factores secundarios tales como: Inteligencia general, memoria musical, fuerza de voluntad, autoconfianza y temperamento del individuo.

Para Arnold Bentley (1967), la razón por la cual no se haya llegado a definir un criterio único acerca de la aptitud musical, se debe a que la gran mayoría de los intentos realizados solo se basan en presunciones más que en conclusiones científicamente demostradas.

Como podemos ver, para algunos de estos autores, las aptitudes musicales son sustancialmente innatas mientras que para otros son consideradas como adquiridas con el ejercicio y la experiencia.

En este sentido, autores como Bentley, admiten que, si bien el ejercicio y la participación de los niños en la música logra aportarles nuevos valores, se comprueba que los niños tanto en su más tierna edad como en los años subsiguientes demuestran en música aptitudes o grados de capacidad totalmente diferentes.

Bentley recoge trabajos como los de Mikael Lundin (1953) que, aunque contraria a las aptitudes ingénitas sí admiten en cambio los diferentes grados de predisposición biológica. En esta línea disyuntiva entre lo ingénito y lo adquirido, Bentley recoge también las diferentes concepciones de las aptitudes musicales, es decir: globales o analíticas.

Autores como Lundin, defienden que, si la música es una unidad, la aptitud musical, aunque compleja, será también una aptitud única.

Los partidarios de este punto de vista suponen que la conducta musical se halla relacionada internamente entre sí en un grado considerable. Se trata de una concepción global de la aptitud musical. Otros opinan que, precisamente por la complejidad de la aptitud musical, es preciso analizar la música en sus partes componentes y piensan en función de grupos de aptitudes separadas e independientes: discriminación del tono o altura de los sonidos, intensidad, ritmo, tiempo o duración, timbre, etc.

Samperio Flores (1994), a partir de su investigación Características de un test de aptitudes musicales para la escuela señala lo siguiente: “una aptitud musical importante pero que no se considera demasiado en los test de habilidades musicales corresponde a la memoria musical. A pesar de lo semántico que es la música respecto a la literatura en ideas concretas, existen puntos en común entre la memoria aplicada en la lectura de textos y la memoria musical y finalmente, plantea un set de ítems de memoria musical, separada en memoria rítmica de duraciones, memoria rítmica de Acentuaciones, memoria melódica y memoria armónica” (p.17-176).

Toda medida, incluyendo la de la habilidad musical, implica comparación y comportamiento de cantidades numéricas. La cuestión es si existe la posibilidad de aplicar este sistema a la música.

Desde el momento en que consideramos que la música es sonido que se mueve en el tiempo entendemos que su evaluación crea controversia y siendo el carácter de la música fundamentalmente emotivo tal controversia ha de ser aceptada como inevitable.

Si se pretende medir algo, lo que se mide, así como las unidades de medida, deben estar claramente especificados. Podemos medir en centímetros, en gramos o en litros de forma individual y específica, pero no existe una medida única compuesta que englobe a los tres.

Igualmente sucede en música: los factores de altura y tiempo, la sonoridad, el timbre, los sonidos simultáneos son todos parte de un conjunto musical. Todos pueden ser medidos separadamente, pero para la experiencia musical en su totalidad no existe un único término específico de medida.

Es interesante notar que, a pesar de las críticas a la aproximación analítica, los militantes de la escuela de la música como unidad, cuando tratan de evaluar la habilidad musical se ven forzados, por su complejidad, a usar pruebas separadas para cada factor y bajo esa premisa nosotros desarrollaremos nuestra propia propuesta de prueba.

A pesar de que existen diversas pruebas para medir la competencia musical, en el año 2010 Mikkel Wallentin, junto a otros colegas realizaron tres experimentos a fin de poder validar un nuevo test de oído musical que fuese más eficaz el cual fue bautizado con el nombre de MET (Musical Ear Test).

Se trata de una prueba que fue creada para medir de manera objetiva las habilidades musicales tanto de músicos como de aquellos que no lo son. La duración total de la prueba es alrededor de 20 minutos. En el primer experimento, los resultados mostraron puntuaciones concretas que permitían la diferenciación clara entre los músicos y los no músicos, en el segundo experimento se observa como la experiencia con la música influye de forma positiva en los resultados de la prueba de imitación que se suele hacer en las academias de música y en el tercer y último experimento que se le realizó a músicos profesionales, se observa una clara correlación entre los resultados obtenidos en el test en relación al tiempo que le dedicaban al estudio de su instrumento.

En los últimos años un gran número de investigaciones relacionadas con el conocimiento musical ha ido en aumento, y con ello, se ha podido evidenciar claramente que la música es procesada de una manera distinta de acuerdo a la experiencia, estudios o profesionalización de un individuo con respeto a la música, como se pudo observar los resultados obtenidos a partir de técnicas de neuroimagen funcional (RMf, PET, SPECT).

Por lo que podemos observar hoy, no existe un consenso que permita determinar universalmente el concepto de la aptitud musical, por tanto, la forma unánime de cómo medir esa aptitud tampoco ha sido posible, esto evidencia la complejidad tanto del concepto como la forma de medirlo.

Partiendo de esa ambigüedad nosotros utilizaremos como insumo de nuestro sistema informático ambas corrientes, con el fin de desarrollar nuestro propio sistema informático de prueba de aptitud musical (PAM), por considerarlas no excluyentes una de otra, por tanto tomaremos lo mejor de cada una de sus propuestas con el fin de desarrollar un único test donde se evaluarán las capacidades innatas individuales, junto con las capacidades globales musicales, tomando en cuenta además los estudios o ejecuciones previas musicales y las capacidades motoras y de memorización del individuo.

3.2 Aspectos evaluables en una prueba de aptitud musical.

3.2.1 Tono o altura de los sonidos

El sonido es la sensación que se experimenta cuando llegan al oído las vibraciones provenientes de los cuerpos sonoros por la acción del movimiento ondulatorio, como resultado de la vibración de un cuerpo en un movimiento periódico.

Las principales cualidades que definen el sonido son: el tono o altura, la intensidad y el timbre además de la cantidad o duración que también es considerada como cualidad.

Podemos decir que el tono o altura corresponde al grado de elevación mayor o menor del sonido, dependiendo del número de vibraciones que son producidas en el lapso de un segundo, es por esa razón que la altura depende de la frecuencia de las vibraciones que producen el sonido, ya que a medida que aumenta esta frecuencia o disminuye, el tono del sonido se eleva convirtiéndose en más agudo o desciende haciéndose más grave respectivamente.

La frecuencia del sonido (agudo: frecuencias altas; grave: frecuencias bajas) está estrechamente relacionada con el número de ciclos por segundo (c/sg), el ciclo también es llamado Hercio, abreviado Hz (1Hz= 1 ciclo por segundo), la frecuencia se expresa en ciclos/seg.

Se estima que una nota es aguda si los ciclos sobrepasan los 700Hz por segundo y será grave si están por debajo de los 200Hz, entre 200 y 700 ciclos por segundo generalmente quedan comprendidos los sonidos normales de la voz humana cuando habla o canta.

Cuando un número igual de vibraciones dobles o compuestas (ciclos) producidas en un mismo espacio de tiempo origina el mismo sonido, se habla de altura fija o absoluta,

para indicar los sonidos en su altura fija se emplean las letras del alfabeto: A (la), B (si), C (do), D (re) E (mi), F (fa), G (sol).

Al tocar varios instrumentos a la vez, se hizo necesario determinar una altura absoluta fija que igualase las partituras, por tanto había que tomar un sonido como punto de partida para la afinación de instrumentos, es en este momento en que el La₄ de 440 ciclos /segundo se presenta como ese sonido de referencia y se consigue haciendo sonar un instrumento de entonación constante denominado “diapasón”, pero si por necesidades diversas a un sonido determinado, de altura fija o absoluta, le asignamos un nombre distinto del que le corresponde por su frecuencia, entonces se habla de altura relativa.

ALTURA ABSOLUTA	
	G A B C D E F# G
ALTURA RELATIVA	
Notación cifrada:	Do Re Mi Fa Sol La Si Do 1 2 3 4 5 6 7 i

Figura N.º 1

Altura absoluta y altura relativa

Fuente: Tesis Doctoral de Eva Marín López, Aptitudes Musicales y atención en Niños entre diez y doce años p.85

<http://biblioteca.unex.es/tesis/8477237532.pdf>

(27 de septiembre 2017)

El primer ejemplo de altura absoluta está representado en clave de sol indicando las letras que determinan la altura de los sonidos, resultando tonalidad y escala, en altura absoluta de sol mayor.

El segundo ejemplo de altura relativa está representado en clave de do en segunda línea, lleva notación cifrada y la indicación de tonalidad: 1=G, resultando tonalidad y escala, en altura relativa, de Do mayor, que, como se puede notar es equivalente a la anterior de sol mayor.

La altura del sonido es relativa, al depender del lugar que ocupe dentro de la escala, ya que su frecuencia deber guardar la relación establecida con respecto a la de los demás sonidos que integran una determinada escala.

En los ejemplos gráficos propuestos, la escala de sol mayor (altura absoluta) es igual o equivalente a la de do mayor (altura relativa) o lo sería a la de fa mayor, etc., variando tan sólo la altura o “tesitura” sobre la que se desarrolla.

Gráficamente la diferencia entre un sonido agudo y un sonido grave podría representarse de la siguiente manera:

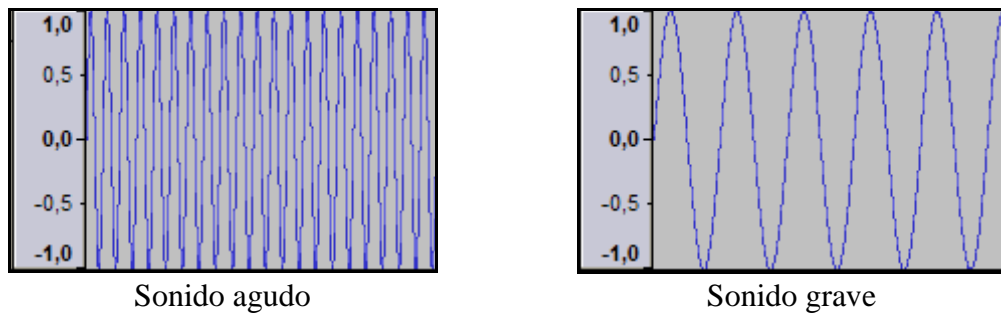


Figura N.º 2
Cualidades del Sonido

Fuente: Intef. Sonido y música con Ordenador

http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_elsonido/2_cualidades_del_sonido
(22 de noviembre 2017)

3.2.2 Intensidad

La intensidad es la fuerza con que se producen los sonidos, es decir es la mayor o menor amplitud de las vibraciones producidas por el cuerpo emisor del sonido puesto en movimiento.

La amplitud corresponde al desplazamiento máximo que experimenta una partícula al vibrar con respecto a su posición de reposo, por consiguiente, a mayor amplitud se experimentara mayor volumen o intensidad del sonido, dependiendo de la intensidad los sonidos pueden ser fuertes o débiles.

La amplitud de las vibraciones depende de la cantidad de aire que pongamos en movimiento, por la intensidad pueden distinguirse entre sí los sonidos de un mismo timbre, tono y cantidad o duración, sin embargo, la intensidad es relativa ya que depende del instrumento utilizado por el ejecutante o de la capacidad pulmonar (caso de sonidos vocales) y está relacionada con una intensidad media en cada caso.

Aunque la frecuencia no varía con la intensidad, ésta sí cambia según la frecuencia ya que los sonidos graves consumen mucha más energía que los de la región media,

debido a que nuestro oído es menos sensible a ellos y han de sonar más fuertes para poder ser percibidos.

Podemos ver que, aunque golpeemos con la misma energía las cuerdas de un piano, los tonos no suenan igualmente fuertes, sino que disminuyen de intensidad tanto más cuanto más graves sean las notas golpeadas ya que las vibraciones al propagarse encuentran resistencia en el medio a través del cual se propagan.

Todos los sonidos son amortiguados por el efecto del roce del aire y de ahí que escuchemos mucho mejor los sonidos producidos cerca de nosotros.

Para finalizar, diremos que la unidad de la intensidad es el decibel o decibelio y equivale a la décima parte de un “bel”, por tanto, el decibelio corresponde al logaritmo de la presión sonora y está en relación con la unidad de potencia en vatios/cm o en barias (unidad de presión).

La percepción del oído humano va de 0 a 130 decibelios (dB), siendo esta última cifra el umbral de dolor.

En la representación gráfica de un sonido fuerte observaríamos que posee una mayor amplitud que un sonido débil.

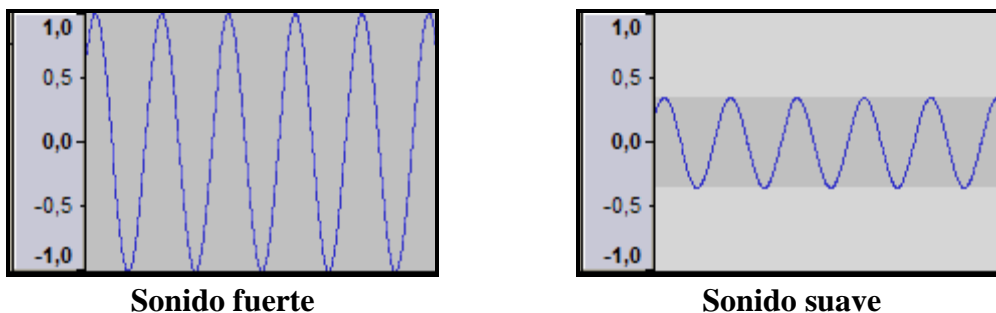


Figura N.º 3
Cualidades del Sonido

Fuente: Intef. Sonido y música con Ordenador

http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_elsonido/2_cualidades_del_sonido
(22 de noviembre 2017)

3.2.3 Timbre

El timbre es una cualidad que posee el sonido y que permite diferenciar dos sonidos de un mismo tono e intensidad producidos por cuerpos distintos, igualmente nos permite diferenciar también las voces, sonidos o ruidos.

Podemos ver, por ejemplo, el piano, el violín, la flauta y la voz humana podrían estar ejecutando la misma nota, pero cada uno suena de un modo diferente cualitativamente ya que cada instrumento musical tiene su propio timbre que los diferencia unos de otros.

Cuando se hace referencia al timbre en la música se suele utilizar la palabra color, ya que las diferencias de timbre representan para el músico lo que los colores para el pintor.

El timbre o “color” es originado por los sonidos armónicos y depende de la manera con que estos se unan.

El llamado sonido “puro” es el resultado de una vibración única y en una sola dirección que en la realidad no existe y de ahí es que su obtención solo sea posible en un laboratorio a través de instrumentos especiales.

Todo sonido es compuesto y está formado por una vibración inicial fuerte que, a su vez provoca un encadenamiento de vibraciones secundarias mucho más débiles, que, aunque estas no puedan ser percibidas, no pueden ser ignoradas puesto que cada sonido que escuchamos se debe a la fusión de la vibración inicial con sus vibraciones secundarias.

En la figura N.º 4 podemos observar algunos ejemplos de diferentes timbres de sonido produciendo una misma nota musical.

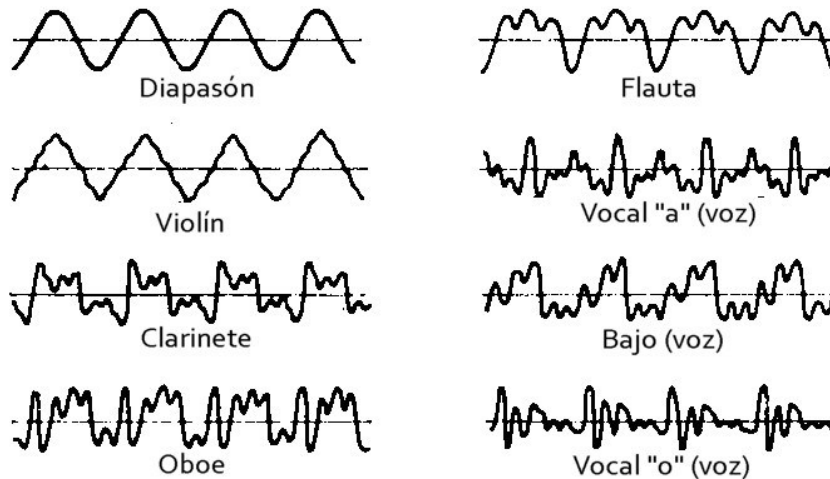


Figura N.º 4
El Sonido

Fuente: Javier Sánchez. Cosas de física y química
<http://elfisicoloco.blogspot.cl/2013/02/el-sonido.html>
(03 de diciembre 2017)

3.2.4 Duración del sonido (Tiempo).

Todo sonido para ser perceptible requiere un mínimo de duración, la cantidad o duración de un sonido es el tiempo empleado en la emisión de tal sonido o el tiempo que la altura o tono precisa para manifestarse., por tanto, podemos decir que el tiempo o duración del sonido representa el lapso durante el cual resuena un sonido.

Por su duración, se habla de sonidos largos, semilargos, breves, semibreves, etc. La duración de los sonidos se representa gráficamente por medio de figuras, silencios, signos de prolongación, etc.

El tiempo máximo de permanencia de la vibración está muchas veces limitado por las características de producción de sonido del instrumento musical. Naturalmente, los instrumentos electrónicos no tienen este tipo de limitaciones y, siempre que el timbre del instrumento que produzcan no tenga como característica una pronta extinción, la duración de los sonidos puede ser todo lo larga que deseemos.

También existe una duración mínima de los sonidos a partir de la cual, aunque un instrumento electrónico fuese capaz de generar sonidos tan breves y tan rápidos (si los hace consecutivamente), nuestro oído acabaría percibiéndolos como simultáneos.

En música la medición del tiempo de los sonidos no se realiza uno a uno, sino por comparación con los demás. Pero, aun así, esta referencia relativa de duraciones necesita una referencia superior, para poder establecer su duración absoluta. Así tenemos la indicación metronómica, que se expresa en número de "golpes" por minuto (bpm: beats per minute). Cuanto mayor sea el número de la indicación metronómica, más rápido se interpretará la música y a la inversa.

La relación de un sonido con el tiempo que permanece la vibración se representaría gráficamente de la siguiente manera:

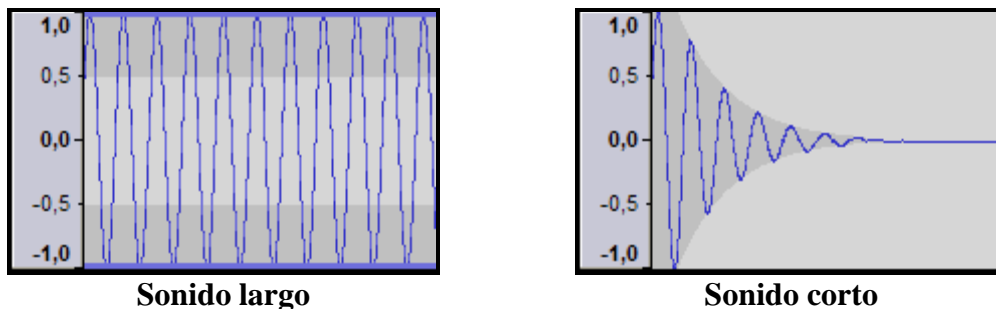


Figura N.º 5

Cualidades del Sonido

Fuente: Intef. Sonido y música con Ordenador

http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_elsonido/2_cualidades_del_sonido

(03 de diciembre 2017)

3.2.5 Ritmo

Para la música el ritmo implica la frecuencia de repeticiones en intervalos regulares e irregulares, según se trate, de sonidos débiles, cortos, largos, altos y bajos, en una composición musical.

El ritmo musical estará conformado por la combinación de diversos elementos tales como el tempo que indica velocidad, por el pulso que es la unidad de percepción, por el acento que se genera a partir de los pulsos, y el compás que mezcla a los pulsos y a los acentos, por tanto, la interacción de todos estos componentes creará un sonido armonioso que produce el famoso ritmo musical.

El ritmo se encuentra estrechamente vinculado al compás, el tipo de compás que se emplee definirá tanto al acento como a las notas musicales.

Al ritmo no se lo escribe a través de un pentagrama, únicamente con la figura musical que define la duración del pulso. Cuando al pentagrama se le añaden notas musicales, dará lugar al sonido y sumando todo: acentos, compás, figuras musicales y ritmo, surgirá la melodía.

De acuerdo con algunas pruebas realizadas, la duración de los sonidos y el acento de estos son muy importantes en la conformación del ritmo musical. Mientras tanto, si los intervalos musicales resultan ser dispersos se genera algo opuesto al ritmo que es la arritmia.

3.2.6 Memoria Tonal

La memoria de tonos o memoria tonal es la capacidad de mantener la información musical en la memoria, a corto y largo plazo, el tipo más básico de la memoria se llama memoria musical de tono, para dar un ejemplo sencillo, cuando se reproduce un tono de un diapason con el fin de establecer la clave antes de cantar una canción, se está utilizando la memoria de corto plazo de tono con el fin de almacenar la señal de inicio en su mente antes de empezar a cantar.

Por otra parte, si la canción comienza en un tono que no sea el "uno" de la clave, debe utilizar sus habilidades de tono con respecto a encontrar y almacenar la señal de inicio de la canción.

Con la práctica, la mayor parte de esto se convierte en automático y se realiza sin ningún esfuerzo consciente, muchas veces se tendrá que mantener un tono en la mente como otro tipo de música.

Existen otros tipos de memoria musical que resumiremos como:

- **Memoria rítmica de duraciones:** Frase rítmica que debería ser recordada por el sujeto, seguido de varias imitaciones unas iguales y otras diferentes en cuanto a las duraciones que serían comparadas con el original.
- **memoria rítmica de acentuaciones:** Similar a la anterior, pero variando los acentos de algunos sonidos en vez de las duraciones.
- **Memoria Melódica:** Comparaciones de parejas de melodías.
- **Memoria Armónica:** Comparaciones entre pares de acordes iguales o diferentes.

CAPITULO IV.

EL PROTOCOLO MIDI

4.1. Definiciones Básicas del protocolo MIDI

El termino MIDI es un acrónimo que hace referencia a las siglas en inglés de **M**usical **I**nstruments **D**igital **I**nterface, que se traduce como Interfaz Digital de instrumentos Musicales, esta interfaz desarrollada a principio de los años 80 representa al día de hoy un estándar de comunicación desarrollado para instrumentos musicales electrónicos, que incluye la interfaz digital y los conectores, permitiendo que varios instrumentos electrónicos, sintetizadores, computadoras, secuenciadores, controladores y cualquier otro dispositivo musical electrónico se comuniquen entre sí, mediante la transmisión de mensajes, o datos MIDI a través de su protocolo de comunicación.

MIDI proporciona un protocolo para comunicar mensajes de eventos que resultan de una interpretación musical y permite a un dispositivo el poder controlar otros dispositivos en cadena o bien ser controlado por otro dispositivo, estos mensajes abarcan notaciones musicales, el tono y la velocidad, así como las señales de control para los parámetros musicales como son la dinámica, el vibrato, el paneo, el cues y señales de reloj que establecen y sincronizan el tempo entre varios dispositivos, es decir transmiten valores de control específico, referentes al instrumento MIDI que recibe la información.

Estos mensajes o datos MIDI son una representación codificada de la música en forma numérica, que son enviados mediante un cable MIDI a otros dispositivos que controlan la generación de sonidos u otras características, Estos datos también pueden ser grabados en un hardware o software llamado secuenciador, el cual permite editar la información y reproducirla posteriormente.

El Lenguaje MIDI no transmite sonidos de audio digital, solo transmite información digital numérica, generada desde cualquier controlador o instrumento MIDI.

Con el protocolo MIDI se hace posible la transmisión de los datos en tiempo real a cada uno de los instrumentos o dispositivos enlazados a una misma red utilizando una sola línea de datos MIDI que puede ser capaz de transmitir la información y los mensajes de control de más de 16 canales.

4.2 Características Físicas.

4.2.1 Funcionamiento del Circuito MIDI

El circuito MID originalmente se desarrolló como resultado de una serie de reuniones que celebraron los primeros fabricantes de instrumentos musicales de Japón y de Estados Unidos.

El diseño del circuito de control permite la transmisión de datos de un instrumento a otro, o de un computador a un instrumento, el procesador necesario para manejar los mensajes es de 8 bits que se transmiten en serie, esta decisión se tomó basada en la relación costo/beneficio.

Una transmisión de forma paralela posibilitaría que los 8 bits puedan ser transmitidos de forma simultánea y de esta manera poder aumentar la velocidad en la transmisión, también habría que aumentar la cantidad de líneas al menos a 8, por tanto, el costo de producción también aumentaría considerablemente.

En la transmisión en serie solo es necesario la implementación de dos líneas: una línea para enviar los bits de datos del hardware de forma secuencial, es decir un dato detrás del otro comúnmente llamada "MIDI-DIN", y la otra línea sería utilizada por el receptor con la finalidad de enviar al emisor si hay errores de paridad en el envío de datos es la denominada línea del software o "MIDI-Protocolo", es por esa razón que la transmisión de forma serial fue seleccionada a pesar de ser más lenta que la paralela, debido a que tenía la ventaja de usar un conector considerablemente más sencillo y por ende constituirse en una comunicación mucho más económica, ya que el índice de comercialización originalmente fue pensado en una posición de precios más asequible a la mayoría de usuarios de computadores personales y músicos que empleasen sintetizadores y máquinas de ritmos de la época.

Cuando MIDI es enviado a través de un cable "MIDI-DIN" la señal que transmitida como un pulso en forma de onda cuadrada es de 31.250 veces por segundo a través de una línea de 5 voltios, permitiendo la especificación MIDI una tolerancia de más o menos 1% en la velocidad, esto se traduce en 31.25 Kbaudios, siendo esta relativamente elevada con respecto a la transmisión en serie, aunque no lo suficientemente rápida como nos daremos cuenta más adelante, al entrar en el detalle del protocolo de los mensajes MIDI.

Un mensaje MIDI contiene 10 bits que son transmitidos por cada byte. Para transmitir un mensaje de 3 bytes por ejemplo, este dura en llegar aproximadamente 1 milisegundo, ya que es transmitido en forma serial, podría ser posible que dos o más eventos musicales que sucedan simultáneamente al ser enviados uno detrás de otro no se reproduzcan exactamente en el mismo instante en el receptor, sin embargo la velocidad de transmisión es lo suficientemente rápida para permitir que estos dos eventos se perciben como si fuesen simultáneos, aunque a nivel numérico no sea así.

Si en un teclado MIDI, pulsamos 10 teclas a la vez, el oído humano no logra percibir la latencia ya que la transmisión completa de este evento duraría unos 10 ms teniendo en cuenta que si hay varios sonidos que de forma independiente llegan a nuestro cerebro en un intervalo de tiempo inferior a 50 ms éste los fusiona y los interpreta como uno sólo.

La transmisión MIDI se realiza de forma asincrónica, por tanto, ha de ser definido cada byte para el instrumento receptor, para ello es necesario el empleo de un chip ACIA (Asynchronous Communications Interface Adaptor), que agrega dos bits extras a cada byte del instrumento maestro. Comienza con "0", como un bit de arranque (start), seguido de los 8 bits de datos en serie y termina en "1", llamado el bit final (stop). Esta secuencia de 10 bits es transmitida al instrumento receptor, donde es recibida por un segundo chip ACIA que lo vuelve a convertir nuevamente en los ocho bits de los datos reales.

El chip ACIA, está protegido dentro del circuito por un optoaislador que es un dispositivo que usa celdas fotoeléctricas que permiten que dos circuitos que no están conectados entre sí intercambien señales, aun permaneciendo eléctricamente aislados. En el caso ilustrado a continuación, el aislamiento lo proporciona el IC Sharp PC-900.

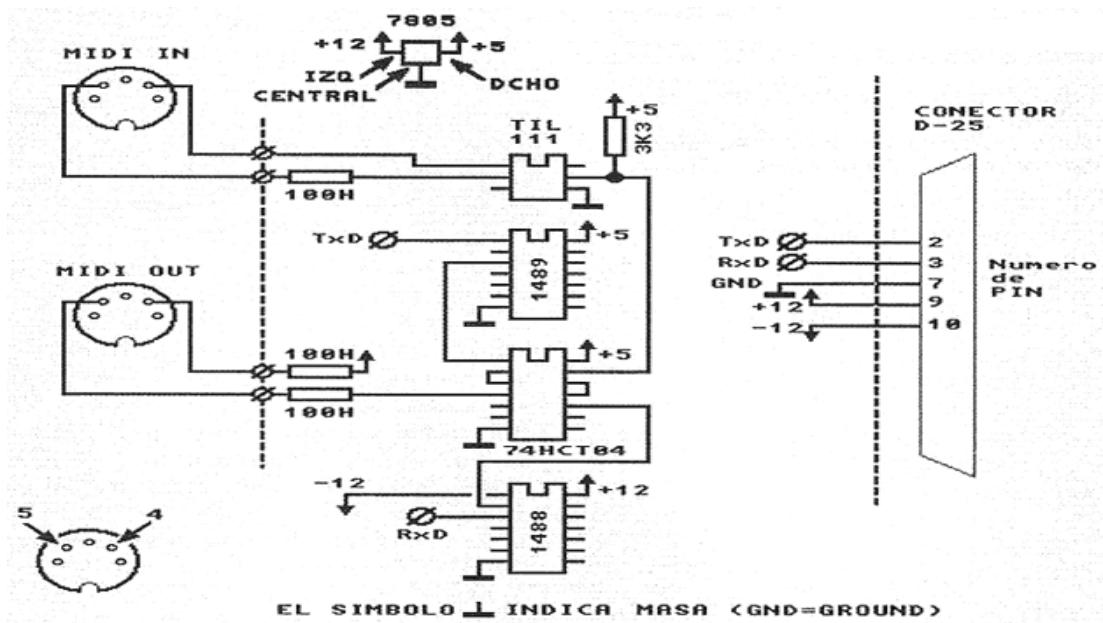


Figura N.º 6
Proyecto Hard

Fuente: Xim Montero. Amiga.Info

http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_elsonido/2_cualidades_del_sonido.htm

(07 de diciembre 2017)

4.2.2 El Cable MIDI

Actualmente existen varios tipos de cables capaces de transmitir información MIDI, el cable original MIDI contiene 5 conductores de los cuales solo son utilizados 3 de ellos, los dos restantes son dejados sin conectar, la manera como están asignados cada uno de los conductores en el cable, de acuerdo con la Asociación Manufacturera de MIDI (MMA), es la siguiente:

Pin #2 está conectado a la tierra en forma interna.

Pin #4 está conectado a la fuente de energía eléctrica la cual es de +5voltios.

Pin #5 está encargado de transmitir y recibir la información digital MIDI.

El blindaje del cable debe conectarse al pin #2 del conector macho.

La velocidad de transmisión MIDI es de 31.250 bits/segundo a fin de evitar degradación de la señal, que de ocurrir produciría falsa información durante la transmisión y recepción de datos, el cable MIDI se debe limitar a una longitud no mayor de 15 metros.

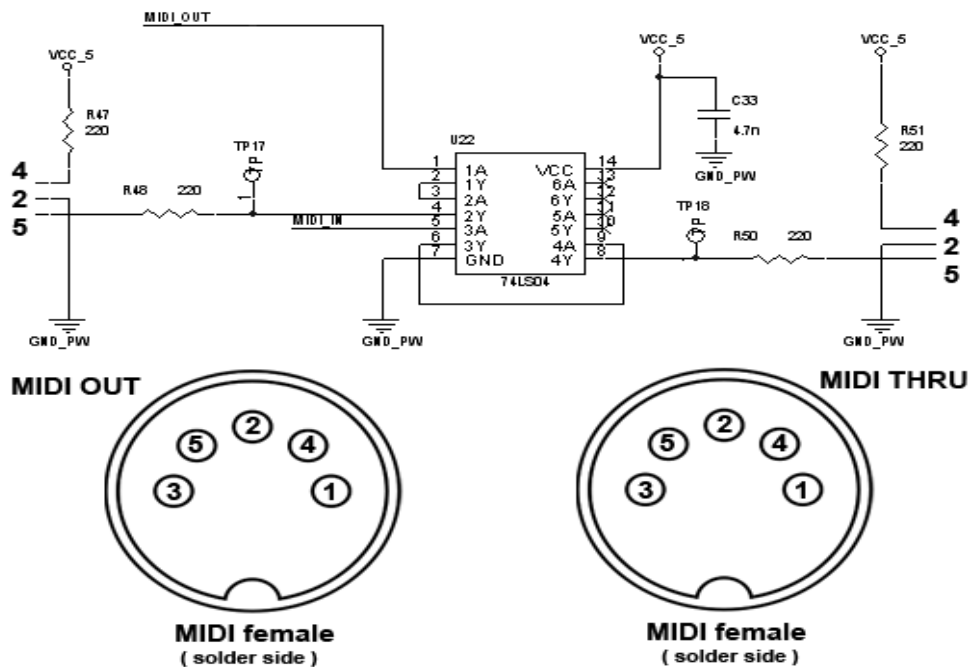


Figura N.º 7
Nivel Eléctrico
Fuente: Jordi Bartolomé. La especificación Midi
<http://www.tolaemon.com/docs/midi1.htm>
(07 de diciembre 2017)

4.2.3 Los Conectores MIDI

El conector MIDI es conocido como DIN (Deutsch Industry Norm) consta de cinco pines de 180 grados y es también llamado DIN5, estos se encuentran generalmente en el panel posterior de los instrumentos o controladores MIDI.

Los conectores son del tipo hembra para ser montados en el circuito impreso y son del tipo switchcraft 57GB5F, mientras que los conectores machos del cable pueden ser del tipo switchcraft 05GM5M.

La mayoría de los instrumentos y controladores MIDI constan de tres conectores MIDI ordenados de izquierda a derecha, de frente al equipo, siendo estos:

- Entrada MIDI: Situada del lado izquierdo.
- Salida MIDI: Situada en el centro.
- Enlace Directo de MIDI: Situado en el lado derecho.

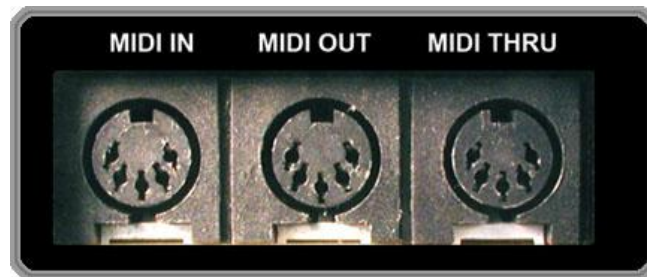


Figura N.º 8

Nivel Físico

Fuente: Jordi Bartolomé. La especificación MIDI

<http://www.tolaemon.com/docs/midi1.htm>

(07 de diciembre 2017)

La salida es la que se encarga de transmitir la información digital MIDI, mientras que la entrada se encarga de recibir la información transmitida por otro sintetizador o controlador MIDI enrutando la misma a través del enlace directo, que cumple la función de una réplica de la entrada MIDI a fin de que la información recibida desde un dispositivo MIDI esclavo (señal que no es procesada por el microprocesador), continúe directamente sin retraso alguno hacia otro dispositivo MIDI esclavo y así sucesivamente.

Al momento de producirse una nota en el teclado origen, la información inicia su transmisión hacia los dispositivos esclavos, conectados a través del puerto de entrada MIDI, que convertirá esta información en voltajes continuos que luego se convertirán en sonidos o notas musicales.

A este tipo de conexión se le denomina encadenado-daisy, ya que forma un enlace en forma serial entre dispositivos MIDI, para ese tipo de conexiones no es aconsejable conectar más de 4 dispositivos en cadena ya que de hacerlo se registrara retardos en la señal MIDI que son conocidos como MIDI delays, lo que significa que al pulsar una echa en el dispositivo de origen, el último de la cadena se escuchara varios milisegundos o hasta un segundo más tarde, dependiendo de la distancia de este en la cadena con respecto al dispositivo origen.

4.3. Lenguaje MIDI

El lenguaje utilizado por el protocolo MIDI está basado en sistema binario y hexadecimal, por lo tanto, este funciona en bits y bytes mediante los cuales transmite y recibe información digital en forma serial, es decir, transmitida bit por bit.

Podemos decir que un dispositivo MIDI es una computadora pues este contiene un microprocesador, una memoria que permite almacenar los programas y los sonidos, así como microchips que hacen posible que la transmisión y recepción de información se lleve a cabo, siempre tomando en cuenta que MIDI no transmite sonidos, solo información digital serial.

MIDI transmite a 31.250 bits por segundo y es denominado como un sistema asincrónico, pues el reloj de cada dispositivo MIDI no se sincroniza con el de otras marcas, por lo tanto cada mensaje MIDI de información contiene 10 bits en vez de 8, ya que este utiliza dos bits extras, llamados bits de inicio de transmisión y bit de fin de transmisión, pues son estos dos bits los que le indican al dispositivo receptor MIDI cuándo se inicia la transmisión, así como cuando finaliza la recepción de información enviada por el dispositivo MIDI de origen o transmisor.

Un bit es transmitido cada 32 microsegundos, por consiguiente, un byte MIDI toma 320 microsegundos en ser transmitido a través del cable MIDI, es decir, el envío de una nota que contiene tres bytes MIDI tardará en llegar al dispositivo receptor aproximadamente un milisegundo, de acuerdo con que $320 \text{ microsegundos} \times 3 = 960 \text{ microsegundos}$.

MIDI es transmitido en forma de mensaje o instrucción y cada mensaje MIDI consta de dos o más bytes de información que puede ser tan simple como una nota activada en el teclado de origen o un mensaje de sincronización entre aparatos con MIDI, por ejemplo.

Los mensajes MIDI sin excepción constan de dos tipos de bytes: Byte de estado y Byte de información, los cuales describen la clase de información que es transmitida a través del dispositivo de origen, de esta forma se verifica si se oprimió una tecla, si se realizó un cambio de programa o de sonido, si hubo una variación de tono del dispositivo

de origen y al mismo tiempo el dispositivo esclavo deberá reaccionar a los cambios realizados por el dispositivo de origen.

El byte de información contiene la cantidad o valor del cambio ocurrido, por ejemplo, si una tecla es oprimida en el controlador de origen, el byte de información contendrá lo siguiente:

- El canal MIDI en el cual la transmisión es llevada a cabo.
- El número de la nota oprimida en el controlador.
- La intensidad o fuerza aplicada a la tecla oprimida.

Este byte de información será interpretado por los dispositivos esclavos a fin de que sea ejecutada o memorizada dicha instrucción que el dispositivo de origen les envió.

Los bytes de estado contienen su primer bit del lado izquierdo del byte y se denomina bit más significativo (MSB), siempre es un 1 lógico.

Los bytes de información tienen como característica que su bit más significativo (MSB) siempre es un 0 lógico,

Los bytes de información MIDI están en el rango de 0 a 127 decimales (00H a 7FH, hexadecimal), mientras que los bytes de estado MIDI están en el rango de 128 a 255 decimales (80H a FFH, hexadecimal).

Los mensajes que se utilizan con mayor frecuencia son los de ejecución de una nota musical, esta acción recibe el nombre de Nota Activada y su mensaje es representado de la siguiente forma:

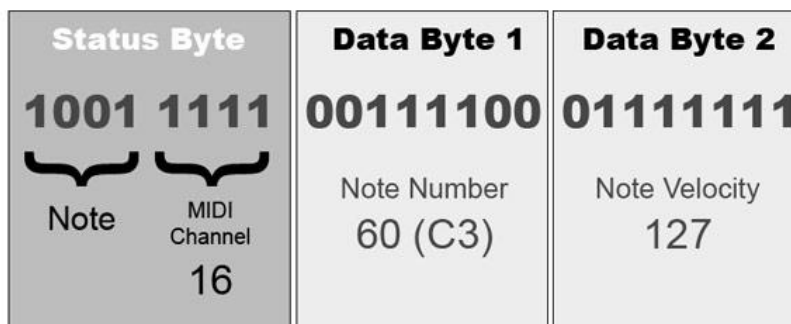


Figura N.º 9
Interfaces Físicas

Fuente: Jose Lozano. Envío de mensajes MIDI desde el microcontrolador
<http://www.dtic.upf.edu/~jlozano/interfaces/interfaces7.html>
(09 de enero 2017)

Los ocho bits del byte de estado son usados para representar dos tipos de informaciones, donde los cuatro bits más significativos (Primer Nibble: 1001) contienen a descripción del tipo de dato que será transmitido por los siguientes bytes, mientras que los cuatro bits menos significativos (Segundo Nibble: 0000) representan el canal por el cual se realizaría esta transmisión.

En razón a que el bit más significativo del byte de estado siempre es 1, restarían tres bits para definir el tipo de dato a ser transmitido, de esta forma solo es posible definir 8 categorías de datos, pero como los cuatro bits menos significativos del byte de estado definen el canal por donde se va a transmitir, se pueden tener hasta 16 canales de transmisión y recepción.

¡En el ejemplo siguiente, el byte # 2 de información especifica que la tecla que se oprimió fue el DO medio y el byte # 3 especifica que la tecla fue oprimida con la fuerza máxima.

Todos los bytes de información empiezan con el cero y se representa como un byte entero, es decir que no se divide en dos cuartetos como el byte de estado, por lo tanto, quedaría representado como:

Byte de Estado:

- El bit de la izquierda (MSB= 1) significa que el byte es un byte de estado.
- El primer nibble (001) contiene el valor del mensaje que se enviará por el cable MIDI
- El segundo nibble (0000) contiene el valor o número del canal de MIDI que transmitirá la información MIDI

Byte de Información:

- El bit de la izquierda (MSB= 0) significa que el byte es un byte de información.
- El primer y el segundo nibble llevan el valor numérico del contenido del mensaje de MIDI.

4.4 Protocolo de Comunicación para interfaces digitales de instrumentos musicales o controladores

4.4.1 Mensajes MIDI

En el lenguaje MÍDI se presentan dos tipos diferentes de mensajes los cuales son: Mensajes de Canales y Mensajes de Sistema.

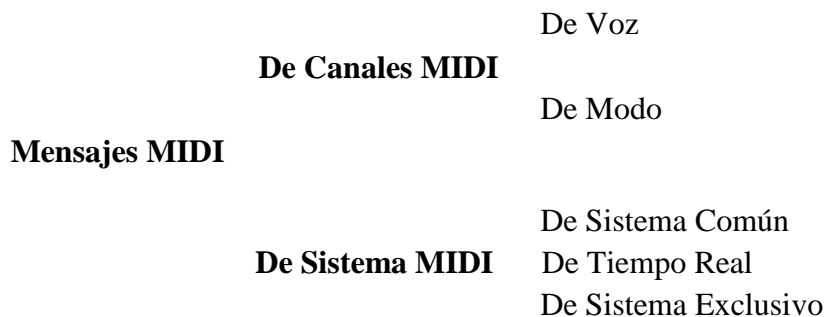
A su vez, los Mensajes de Canales se dividen en dos: Mensajes de Voz y Mensajes de Modo.

Estos mensajes describen una acción en el dispositivo de origen, que puede ser, pulsar las teclas, cambiar sonidos, o cualquier modulación en el sonido; todas estas funciones describen una acción llevada a cabo por el usuario.

Del mismo modo los mensajes del Sistema son aplicados a al protocolo de comunicación MIDI en conjunto y no a un solo instrumento, estos mensajes no tienen nada que ver con los canales MIDI y son de tres clases:

Sistema Común, Sistema en Tiempo Real y Sistema Exclusivo.

En forma esquematizada podemos decir que los mensajes MIDI se agrupan de la siguiente manera:



4.4.1.1 Mensajes de Canales.

A través de estos mensajes, MIDI transmite y recibe cualquier acción realizada por el usuario al pulsar el dispositivo de origen, estos mensajes se transmiten en cualquiera de los 16 canales y son los siguientes:

Nombre	Binario	Hexadec	Data 1	Data 2
Note Off	1000nnnn	8N	Altura	Velocidad
Note On	1001nnnn	9N	Altura	Velocidad
Poly After	1010nnnn	AN	Altura	Presión
Control Ch	1011nnnn	BN	Tipo ctrol	Intensidad
Chan After	1100nnnn	CN	Presión	
PitchBend	1101nnnn	DN	MSByte	LSByte
Pro Chan	1110nnnn	EN	Programa	
Sys Chan	1111nnnn	FX		

Figura N.º 10
 Interfaces Físicas
 Fuente: Urbano Enríquez. Síntesis del sonido
<http://slideplayer.es/slide/4029815/>
 (13 de enero 2018)

- N = Número de Canal, 0-15, corresponde a los canales, 1H - FH.
- Nota = Cada nota del teclado MIDI tiene un valor, 24H - 60H.
- Velocidad = Fuerza con que se presionó o liberó la tecla, OOH - 7FH.
- Presión = Cantidad y tipo de presión posterior ejercida a la nota, OOH - 7FH
- Tipo control = Controlador de teclado que añade efectos adicionales a los sonidos, OOH-7FH.
- Valor = Cantidad de variación que se ejecuta con el Controlador, OOH - 7FH.
- Programa = Sonido asignado al canal definido por "n", OOH - 7FH, donde OOH corresponde al sonido #1 y 7FH al sonido #128.
- LSB, MSB = Byte Menos Significativo y Byte Más Significativo, que en -} conjunto expresan la cantidad de variación de tono.

4.4.1.2 Mensajes del sistema MIDI.

Estos son aplicados al protocolo MIDI en conjunto y no necesitan estar asignados a un canal MIDI específico, se dividen en tres grupos que son:

- Mensajes de Sistema Común,

- Mensajes de Sistema de tiempo real
- Mensajes de Sistema Exclusivo.

4.4.1.2.1 Mensajes del sistema común.

Son generalmente utilizados para controlar secuenciadores, computadoras y cajas de ritmo.

<u>Name</u>	<u>Hex value</u>	<u>Decimal value</u>	<u>Data bytes</u>
MIDI Time Code 1/4 Frame	F1	241	1 (timecode nibble)
Song Position Pointer	F2	242	2 (MSB, LSB)
Song Select	F3	243	1 (song number)
Tune Request	F6	246	0
End of Exclusive (see below)	F7	247	0

4.4.2 Mensajes de sistema de tiempo real

Se refieren a la capacidad de un instrumento MIDI para que pueda sincronizarse con otros. Los mensajes en tiempo real están todos formados por un Byte de información; éstos no se envían por canales MIDI específicos

<u>Name</u>	<u>Hex value</u>	<u>Decimal value</u>
Timing Clock	F8	248
Start	FA	250
Continue	FB	251
Stop	FC	252
Active Sensing	FE	254
System Reset	FF	255

4.4.2.1 Mensajes de sistema exclusivo.

Estos mensajes contienen información exclusiva para ser transmitida a otro dispositivo de la misma marca y modelo que el dispositivo de origen, debido a que cada modelo de dispositivo MIDI tiene su propio sistema operativo.

Los mensajes de sistema exclusivos se presentan con longitudes un tanto arbitrarias ya que dependen de la manufacturera del dispositivo donde se dio origen al mensaje, cada uno de estos mensajes incluyen uno dos bytes ID de la manufacturera, que es asignado por la MMA (MIDI Manufacturers Association) a cada fabricante de dispositivos MIDI, estos mensajes terminan siempre un byte de mensaje de finalización de sistema exclusivo (F7H).

CAPITULO V.

DISEÑO CONCEPTUAL DE SISTEMA INFORMATICO INTERACTIVO PARA PRUEBA DE APTITUD MUSICAL (PAM)

5.1 Análisis Preliminar.

Se requiere el diseño conceptual de una aplicación informática interactiva que permita determinar de manera precisa el nivel de aptitud musical de un individuo.

Se utilizará como base teórica para el diseño de estas pruebas, una selección de los preceptos y teorías validadas por los más reconocidos autores desde los inicios hasta la actualidad, así como también serán utilizadas las más aceptadas pruebas análogas de aptitud musical desarrolladas, con el fin de producir nuestro propio sistema interactivo de prueba de aptitud musical (PAM).

El sistema debe ser capaz de evaluar de manera precisa, la aptitud musical de un individuo con respecto a la música como un todo, para ello debe ser capaz de evaluar por separado cada una de las aptitudes musicales globales que están dadas por las aptitudes acústicas, las Motoras y las aptitudes intelectuales de un individuo, por lo tanto, para poder evaluar las aptitudes globales, el sistema debe ser capaz de ponderar de forma individual cada uno de los aspectos específicos que forman parte de cada uno de los aspectos globales a evaluar.

Cada aptitud musical global estará dividida en varias pruebas que abarcan las aptitudes individuales correspondientes a la misma aptitud global que se esté evaluando, entendiendo como aptitudes globales las representadas por las acústicas, las motoras y las intelectuales, y que de acuerdo a su tipo tendrán que ver con el reconocimiento del tono, el manejo de la intensidad, el dominio del timbre, la precisión de la duración de las notas, el sincronismo del ritmo y la capacidad de memorizar los tonos entre otras, por tanto estas capacidades específicas también tendrán una valoración de resultados para cada aspecto individual y la suma ponderada de los resultados de cada uno de esos aspectos específicos conformaran el puntaje de cada aspecto global que se estará midiendo, entendiendo además que el resultado en conjunto de estos tres aspectos globales producirá a su vez un resultado final que se refiere al grado de aptitud musical que obtiene el individuo con respecto a la música como un todo.

Los componentes tanto de hardware como de software que serán utilizados para el desarrollo de este sistema informático son los siguientes:

- Teclado Controlador MIDI Novation Launchkey49.
- Cable USB-MIDI
- Audífonos Monitores.

- Parlantes Monitores.
- Aplicación MIDI-OX.
- Controlador Loopbe1
- Aplicación PAM.
- Computador.
- Sistema Operativo Windows.

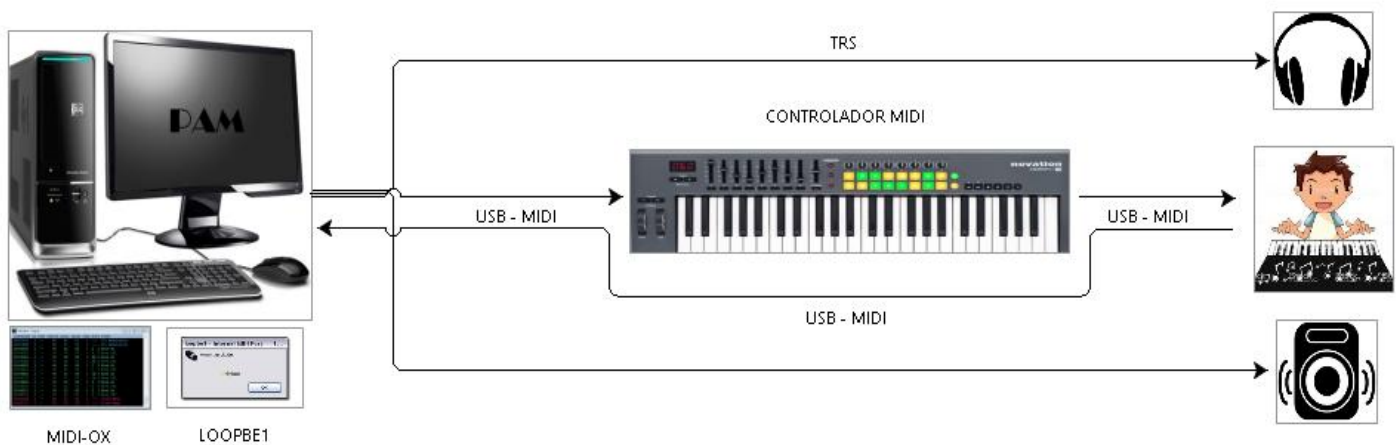


Figura N.º 11
Componentes involucrados en el sistema PAM
Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

5.2 Especificación y análisis de requerimientos.

En esta etapa se definirá el detalle de las necesidades de información que tendrá que resolver el software, esta etapa no toma en cuenta los medios técnicos, es aquí donde se requerirá la información de los futuros usuarios en lo referente a funciones y requisitos en general para así poder redactar la especificación de requisitos, con la suficiente precisión a fin de poder desarrollar el software requerido.

5.2.1 Requerimientos Funcionales del sistema de prueba de aptitud musical (PAM).

Entre los requerimientos funcionales del sistema de prueba de aptitud musical (PAM) podemos destacar requerimientos de dos tipos:

Los requerimientos funcionales técnicos, que se refieren a aquellas necesidades orientadas a cubrir las necesidades o demandas técnicas del sistema y los requerimientos funcionales operacionales que son aquellos requerimientos necesarios para la completa operatividad del sistema.

Dentro de los requerimientos funcionales técnicos encontramos los siguientes:

- El computador debe tener al menos un procesador Intel E7+ con 32+ GB de memoria RAM, dos discos de sistema de 1+ TB SAS/SATA c/u espejados en Raid1 y un sistema de almacenamiento de datos interno o externo de al menos 16 TB efectivos después de aplicar un Raid5, el cual será configurado en 5 particiones correspondientes a cada una de las bases de datos a configurar.
- El sistema debe funcionar bajo ambiente Windows versión 7+.
- Se debe instalar la aplicación MIDI-OX versión 7.0.2 o mayor para ambiente Windows.
- Se debe considerar la instalación del controlador Loopbe1 para ambiente Windows.
- Se deben configurar 5 bases de datos independientes tales como:

Base de datos de usuarios, que contendrá toda la información personal del usuario, así como una referencia al histórico de calificaciones obtenidas durante las ejecuciones de pruebas.

Base de datos de datos de instrucciones, que contendrá una serie de registros en formato MIDI indexados según las categorías a evaluar, los cuales contendrán las directrices de ejecución de una prueba específica.

Base de datos de preguntas, que contendrá en formato MIDI y de forma indexada secuencial, cada una de las preguntas correspondientes a la evaluación de una aptitud específica a evaluar.

Base de datos de respuestas, donde se registran las ejecuciones temporales del usuario en formato MIDI y cuyo registro será idéntico al registro de la base de datos de preguntas a fin de poder ser comparados.

Base de datos de resultados, que contendrá todos los resultados de pruebas históricas del usuario, indexando este registro con la base de datos de usuario.

- El sistema debe ser capaz de enviar las instrucciones de ejecución al usuario en formato MIDI mediante un protocolo de comunicación que permita además recibir e interpretar las respuestas a las ejecuciones solicitadas.

Dentro de los requerimientos funcionales operacionales encontramos los siguientes:

- El sistema debe permitir registrar a los usuarios con sus datos personales y grado de instrucción académica, así como su nivel de estudios musicales.
- El sistema debe presentar un menú general con las pruebas disponibles a llevar a cabo, así como submenús de pruebas específicas para cada uno de los rubros globales.
- Debe calificar las respuestas de acuerdo con la precisión de la ejecución de estas, mediante la comparación bit a bit del registro de pregunta contra el registro de ejecución.
- Proporcionará una evaluación individual por aspecto y general por rubro, de acuerdo con el conjunto de pruebas que componen un aspecto general evaluado.
- Debe permitir consultar resultados de pruebas anteriores, así como los datos del perfil del usuario.
- Debe tener la opción de poder repetir una prueba específica o un conjunto de pruebas de un rubro en general.
- El sistema debe permitir modificar la puntuación anterior después de una repetición de prueba, pero debe mantener a su vez un registro histórico de puntuaciones anteriores.
- Debe ser capaz de presentar diferentes reportes estadísticos a partir de la data almacenada.

Los siguientes requerimientos corresponden a las necesidades operacionales del software:

		REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 Versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU1: Menú de Inicio del Sistema PAM		
Actores	Estudiante, Profesor		
Actor Inicializador	Profesor		
Pre-Condición	Iniciar Aplicación PAM		
Flujo Principal	Doble clic icono de la Aplicación PAM instalada Seleccionar si es usuario registrado Seleccionar Registrar Nuevo Usuario Selección Salir de la aplicación No seleccionar nada, no hace nada		
		REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU2: Registro de Usuario del Sistema PAM		
Actores	Estudiante, Profesor		
Actor Inicializador	Profesor		
Pre-Condición	CU1: Menú de Inicio del Sistema PAM		
Flujo Principal	Registrar Nombre, Apellido, Numero de Identificación, Correo Electrónico, Edad, Sexo, Nivel de educación, nivel de educación musical, usuario y contraseña		
Curso Alternativo	El usuario no registra o no registra correctamente el Nombre o Apellido o Número de Identificación o Correo Electrónico o Edad o Sexo o Nivel de educación o nivel de educación musical o usuario o contraseña		
Post Condición	El sistema Genera usuario y clave para acceso		
		REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU3: Menú Principal del Sistema PAM		
Actores	Estudiante, Profesor		
Actor Inicializador	Profesor		
Pre-Condición	CU1: Menú de Inicio del Sistema PAM		
Flujo Principal	1.- Prueba Acústica 2.- Prueba Motora 3.- Prueba Intelectual 4.- Perfil de Usuario 5.- Reportes 6.- Salir		

Curso Alternativo	El Usuario sale de la aplicación	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU4: Menú Principal de Habilidades Acústicas PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Inicializador	Profesor	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Prueba Tonal 2.- Prueba de Intensidad 3.- Prueba de Timbre 4.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU9: Menú de Prueba Tonal PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Inicializador	Profesor	
Pre-Condición	CU4: Menú Principal de Habilidades Acústicas PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU10: Menú de Prueba de Intensidad PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Inicializador	Profesor	
Pre-Condición	CU4: Menú Principal de Habilidades Acústicas PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	

	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU11: Menú de Prueba de Timbre PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU4: Menú Principal de Habilidades Acústicas PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU5: Menú Principal de Habilidades Motoras PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Prueba de Duración 2.- Prueba de Ritmo 3.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU12: Menú de Prueba de Duración PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	

Pre-Condición	CU5: Menú Principal de Habilidades Motoras PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU13: Menú de Prueba de Ritmo PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU5: Menú Principal de Habilidades Motoras PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU6: Menú Principal de Habilidades Intelectuales PAM	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Prueba de Memoria Rítmica de duraciones 2.- Prueba de Memoria Rítmica de acentuaciones 3.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU14: Menú de Memoria Rítmica de duraciones	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU6: Menú Principal de Habilidades Intelectuales PAM	

Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU15: Menú de Memoria Rítmica de Acentuaciones	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU6: Menú Principal de Habilidades Intelectuales PAM	
Flujo Principal	1.- Instrucciones 2.- Repetir instrucciones 3.- Comienzo de prueba 4.- Finalizar Prueba 5.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 Versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU7: Perfil de Usuario	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Seleccionar 2.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 Versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	C16: Data Perfil de Usuario	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Estudiante	
Pre-Condición	C16: Menú de Selección de Reporte	

Flujo Principal	1.- Despliegue de data 2.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU8: Reportes	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Profesor	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Seleccionar 2.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 Versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	C17: Menú de Selección de Reporte	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Estudiante	
Pre-Condición	C8: Reportes	
Flujo Principal	1.- Selección de Campos para el Reporte 2.- Menú Anterior	
	REQUERIMIENTOS OPERACIONALES DEL SOFTWARE Proyecto: Aplicación para Evaluación de Aptitudes Musicales	ERS-IEEE8 30 Versión 1.0
Nombre de Casos de Uso	CU18: Data de Reporte Seleccionado	
Actores	Estudiante, Profesor	
Actor Iniciador	Estudiante	
Pre-Condición	CU3: Menú Principal del Sistema PAM	
Flujo Principal	1.- Despliegue de data 2.- Menú Anterior	

5.2.2 Procesos involucrados en el sistema PAM.

De acuerdo con los requerimientos funcionales y no funcionales recabados y analizados en su totalidad, podemos identificar los siguientes procesos que estarán involucrados en el desarrollo del sistema PAM:

- **Registro de datos de Usuario.**

Nombre, apellido, edad, identificación, grado de instrucción escolar, grado de instrucción musical.

- **Usuarios Registrados.**

Identificación del usuario y contraseña.

- **Menú de pruebas disponibles del sistema.**

Pruebas Acústicas – Medición del tono, de la Intensidad y del timbre.

Pruebas Motoras – Medición de la duración y del ritmo.

Pruebas Intelectuales - Medición de la memoria tonal.

Selección o aceptación de Prueba a tomar.

- **Presentación de Menú de prueba seleccionada.**

Instrucciones de evaluación – En modo texto y/o modo audible.

- Opción de repetición de instrucciones
- Opción de comienzo de ejecución de la prueba.
- Opción de pausa de la prueba.
- Opción de continuación de la prueba.
- Opción de terminar la prueba.
- Respuesta del usuario a la ejecución solicitada.
- Transmisión de la respuesta.
- Captura de la respuesta.
- Valorización de la respuesta.
- Almacenado de la respuesta.

- Solicitud de nueva ejecución...
- Repetir hasta finalizar todas las subpruebas de la prueba principal.
- Indicación de Final de prueba.
- Procesamiento de valores y emisión de resultado final en número y descripción
- Presentación de Resultados al Usuario.
- Opciones de Nueva Prueba, repetir prueba, imprimir resultados o salir del sistema.
- Opción de emisión de reportes.

5.3 Documentos del diseño del sistema interactivo para prueba de aptitud musical (PAM)

Para dar respuesta a cada uno de los requisitos de las fases anteriores, generando de esta manera el documento de especificaciones de diseño que será base fundamental para la posterior programación del software utilizaremos la aplicación Bizagi Modeler Version 3.2.7.

Para ejecutar la aplicación, el usuario deberá pulsar el icono ubicado en el escritorio del computador identificado con las letras PAM y se presentará el menú inicial del Sistema PAM referenciado en nuestro modelo como CUI1.



Figura N.º 12
Menú inicial del sistema PAM
Fuente: Jose Luis del Riego – PowerPoint

Se presentan dos opciones dentro del menú principal, la opción de entrada para usuarios previamente registrados y la opción de registrarse para usuarios que acceden por primera vez al sistema.

Si pulsa la opción de Usuarios registrados, se solicitará ingresar un nombre y clave, el Sistema consultara los datos ingresados en la base de datos de usuarios a fin de validar los antecedentes ingresados, si los antecedentes ingresados corresponden con los registrados en la base de datos, se dará acceso al menú principal del Sistema referenciado en nuestro modelo como CU3.

En el caso de usuarios no registrados se presentará una pantalla solicitando los datos del registro, se adicionará dicho registro a la base de datos de usuarios y una vez finalizado se dará ingreso al sistema presentando el menú principal del Sistema referenciado como CU3.

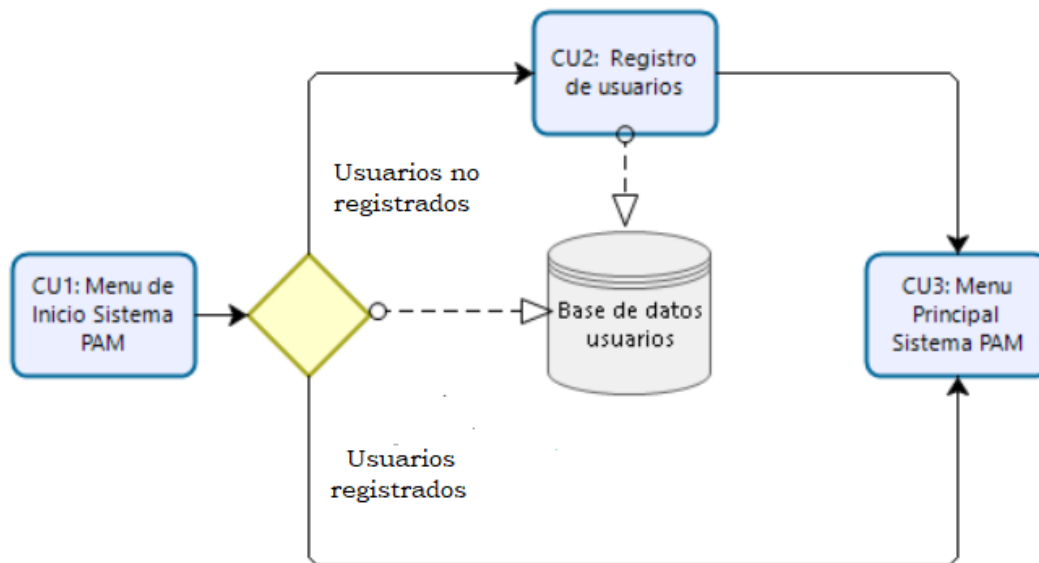


Figura N.º 13

Proceso de ingreso al sistema PAM

Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

La pantalla correspondiente al menú principal del Sistema (CU3), presentara 5 botones de selección correspondientes a cada una de las tres habilidades aptitudinales generales de la música, además de un botón referente a los datos de registro del perfil de usuario y otro botón correspondiente a la emisión de reportes y además contara con una pestaña abajo y la derecha de la pantalla para permitir salir del sistema si lo desea.

El usuario debe seleccionar uno de los botones presentados o seleccionar la pestaña de Volver al menú anterior.

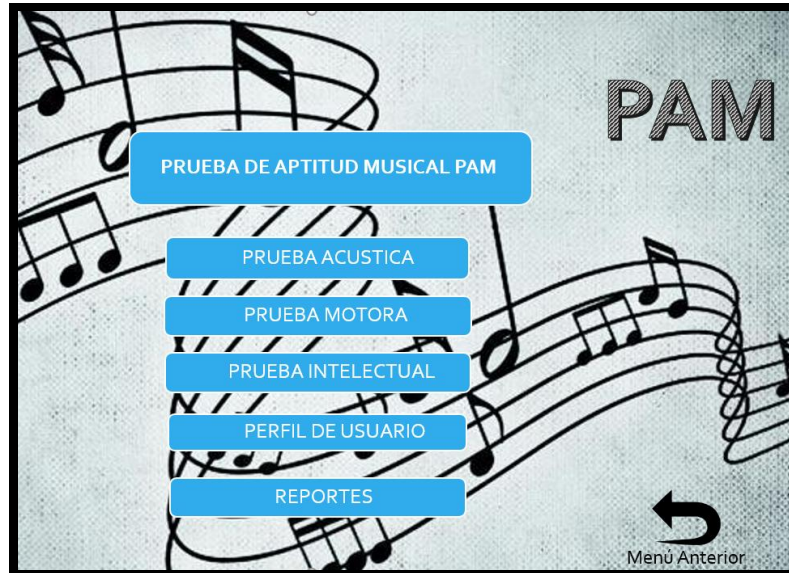


Figura N.º 14
Menú Principal del sistema PAM
Fuente: Jose Luis del Riego – PowerPoint

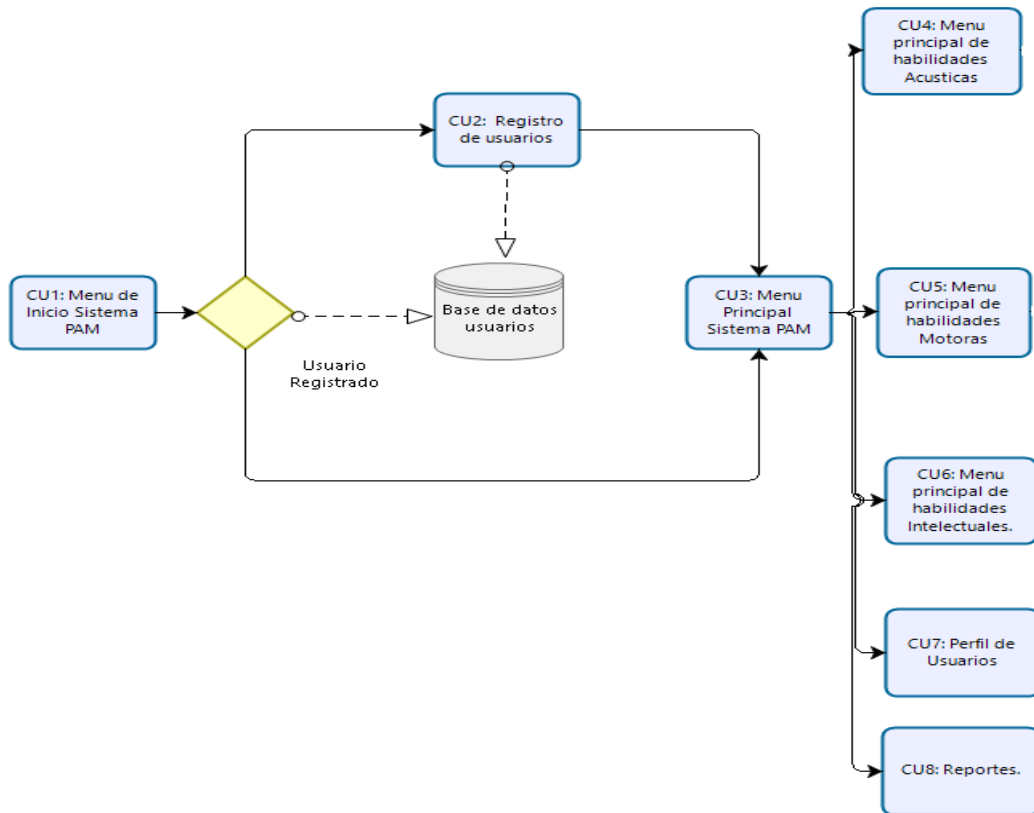


Figura N.º 15
 Modelaje del menú Principal del sistema PAM

Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

Si el usuario selecciona el botón CU4 Menú principal de habilidades acústicas, se presentará un menú de selección el cual contendrá 3 botones de selección correspondientes a las pruebas específicas que debe completar el usuario las cuales son, CU9: Menú de prueba tonal, CU10: Menú de prueba de intensidad y CU11: Menú de prueba de timbre, tal y como lo muestra la figura N.º 16.

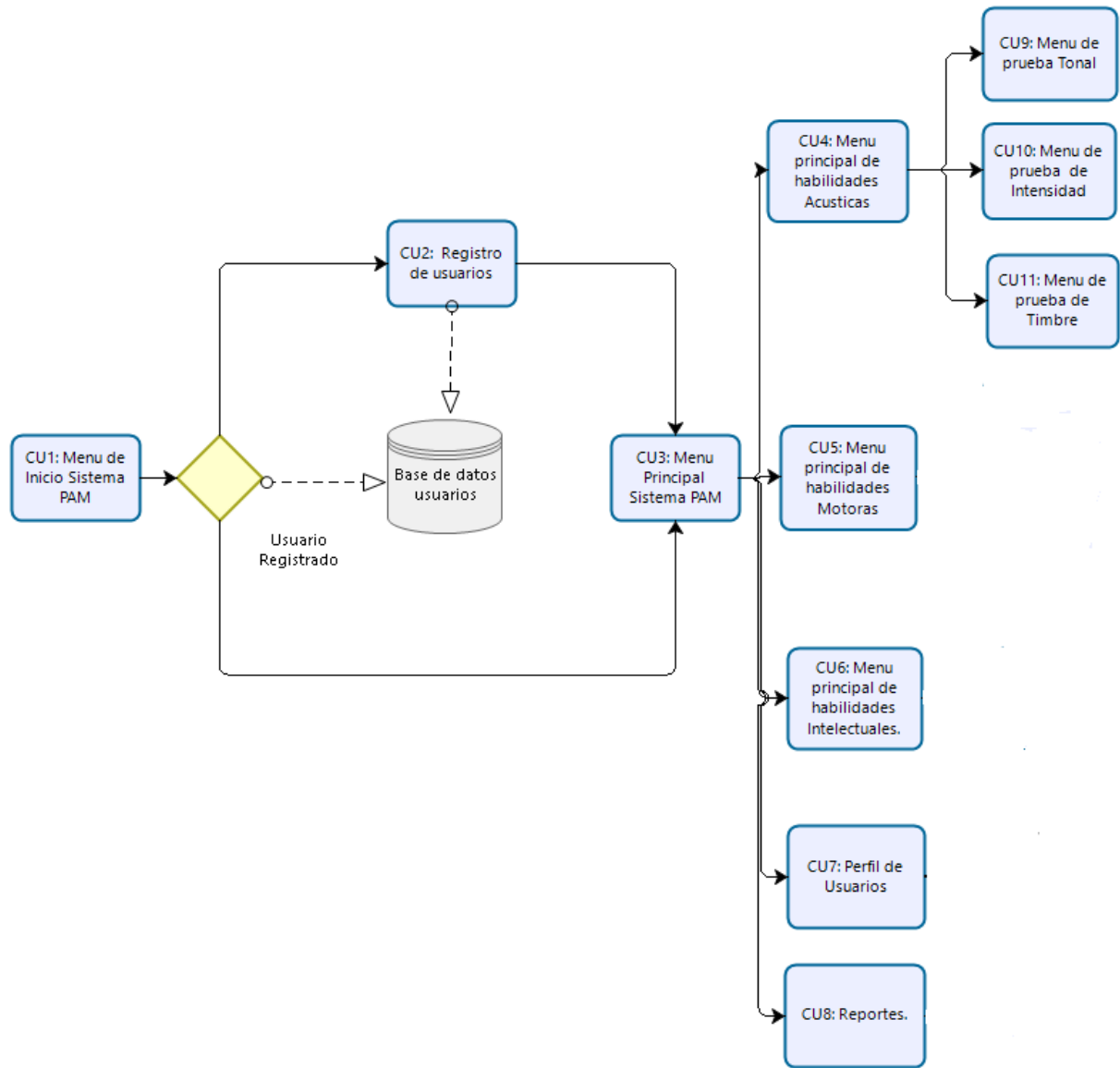


Figura N.º 16
 Modelaje del menú Principal de Habilidades acústicas dentro del sistema PAM
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

Si el usuario selecciona cualquiera de los botones como: Menú de prueba Tonal (CU9), Menú de prueba de intensidad (CU10), o Menú de prueba de Timbre (CU11), se presentará una pantalla común que cambiara solo el texto y la funcionalidad dependiendo si la selección es CU9, CU10 o CU11.

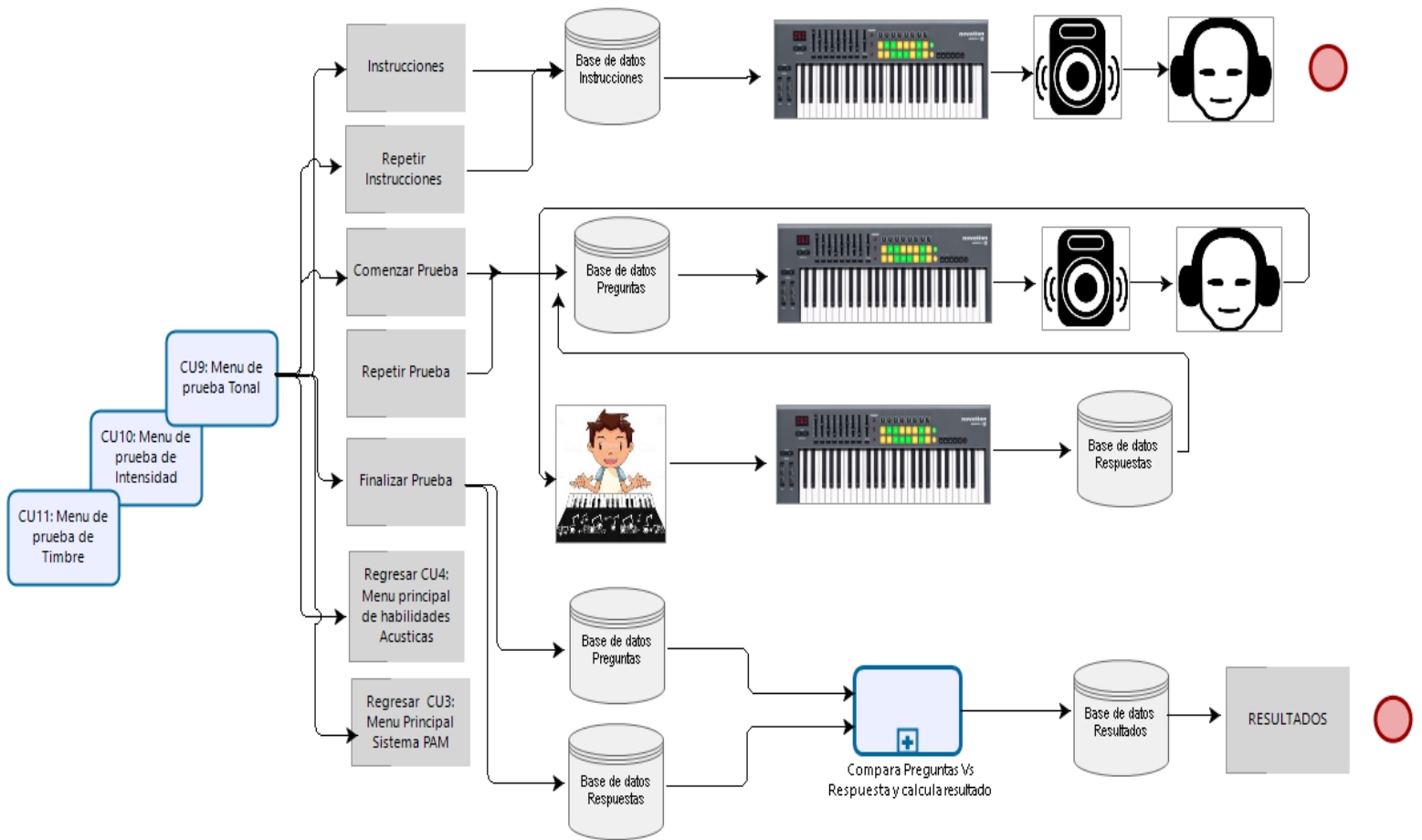


Figura N.º 17
 Flujo de procesos de pruebas específicas dentro del sistema PAM
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

Para la selección CU9 correspondiente a la prueba de tono, el sistema evaluará las respuestas del usuario comparando los ciclos por segundo o Hercios por segundo de los registros de preguntas contra los ciclos por segundo de los registros de respuesta ejecutados por el usuario.

Para la selección CU10 correspondiente a la prueba de intensidad, el sistema evaluará las respuestas del usuario comparando la unidad de la intensidad representada por el decibel o decibelio correspondiente al logaritmo de la presión sonora la cual estará relacionada con la unidad de potencia en vatios/cm o en barias (unidad de presión).

Para la selección CU11 correspondiente a la prueba de timbre el sistema evaluará el registro de ejecución de usuario comparando los sonidos armónicos y depende de la manera con que estos se unan es decir la vibración de estos.

Si la selección del usuario es el botón de Instrucciones, el sistema establece acceso a los registros en base de datos correspondientes a la prueba seleccionada y los presenta al usuario a través del controlador MIDI a los dispositivos de audio conectados al computador tales como audífonos y parlantes.

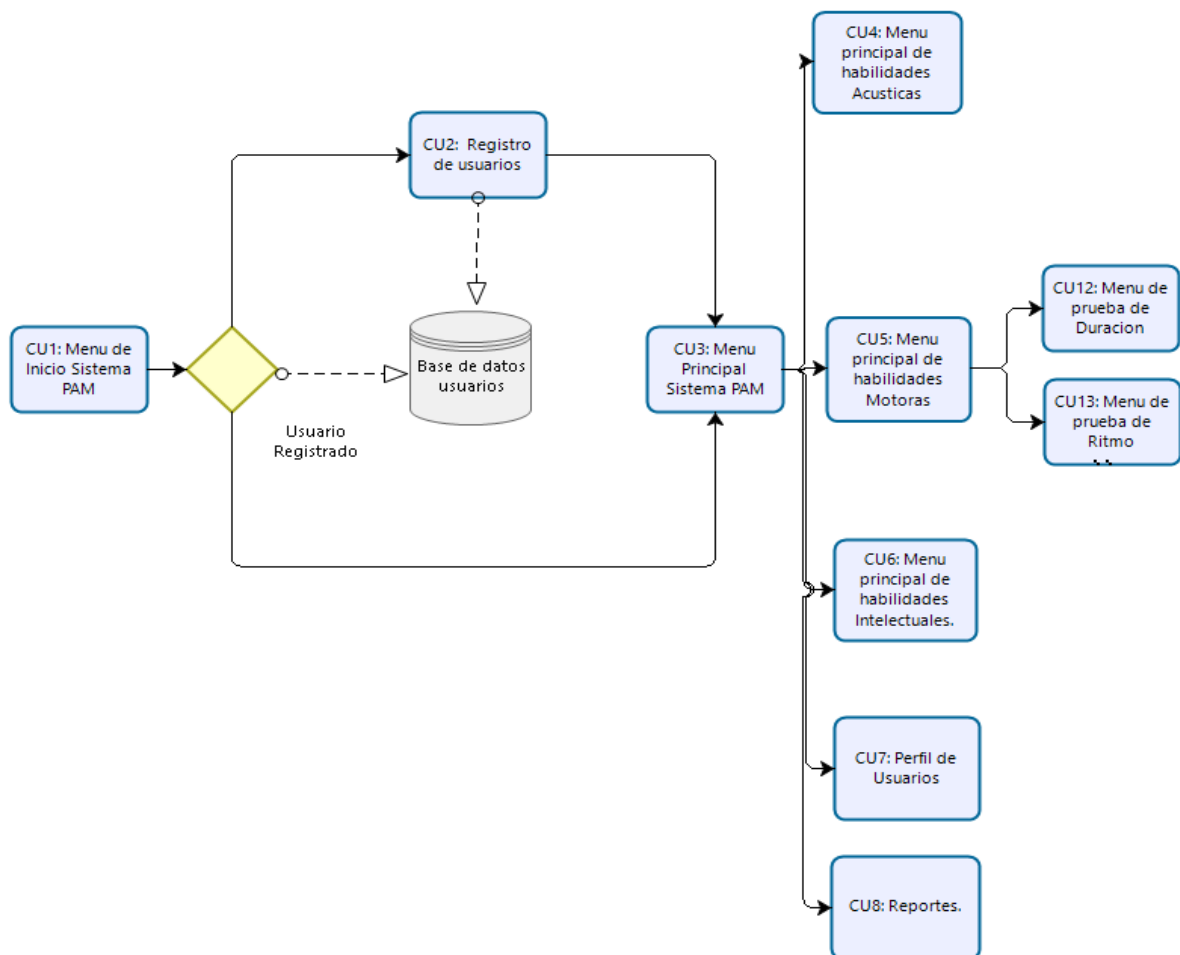
Si se selecciona Repetir Instrucciones se repite el paso anterior.

Si la selección es comenzar la prueba, el Sistema realiza un acceso a la base de datos de preguntas relacionadas con la prueba global seleccionada y el mismo enviará al usuario cada una de las pruebas individuales establecidas para esta evaluación de forma secuencial de la manera siguiente:

- Se selecciona la prueba a tomar pulsando la tecla <PLAY> del controlador MIDI o la tecla <ENTER> del computador.
- El sistema accesa la base de datos de preguntas y selecciona la primera pregunta correspondiente a la prueba seleccionada, el sistema envía la pregunta en formato MIDI mediante el controlador loopbe1 a la aplicación MIDI-OX, la cual se encarga de recibir la instrucción y enviarla al teclado controlador en protocolo MIDI a través del del cable USB-MIDI conectado entre el computador y este, el cual al recibir la señal la distribuye en forma audible hacia el o los puertos de sonido disponibles, tales como parlantes y audífonos habilitados en el computador.
- El sistema recibe respuesta de la ejecución del usuario en formato MIDI a través del teclado controlador, mediante la conexión del cable USB-MIDI, dicha información es recibida por el computador a través de la aplicación MIDI-OX valiéndose de la controladora Loopbe1, registrando la ejecución del usuario y guardando registro del archivo MIDI correspondiente a la pregunta efectuada y el archivo MIDI correspondiente a la respuesta recibida, la cual será almacenada en memoria temporal cache durante el proceso de la evaluación.
- El sistema emitirá preguntas y solicitará respuesta hasta que se cumpla el total de pruebas registradas del protocolo de evaluación específico.
- Una vez concluida la última pregunta y recibida la última respuesta del usuario, el sistema registrará los datos en la base de datos de resultados y el sistema PAM emitirá una alerta de fin de prueba mostrando de forma inmediata el resultado obtenido en la misma, ponderado de forma numérica y al pie de esta puntuación se mostrará una apreciación descriptiva de la misma correspondiente a al puntaje obtenido.
- El sistema indexará una tabla de resultados que será asociada al perfil de usuario en ejecución.

- El usuario podrá continuar con las siguientes pruebas siguiendo la misma secuencia hasta que complete el módulo correspondiente a la habilidad principal seleccionada, en cuyo caso se emitirá un resultado ponderado de forma numérica y al pie de la misma puntuación se mostrara una descripción escrita definida en base a todos los criterios estudiados y definidos como parámetros tangibles válidos.
- Todas las pruebas de habilidades principales se registrarán por mismos protocolos de comunicación, captura y almacenaje anteriormente descritos.

Si el usuario selecciona el botón CU5 Menú principal de habilidades motoras, se presentará un menú de selección el cual contendrá 2 botones de selección correspondientes a las pruebas específicas que debe completar el usuario las cuales son, CU12: Menú de prueba de duración y CU13: Menú de prueba de ritmo, tal y como lo muestra la figura N.º 18.



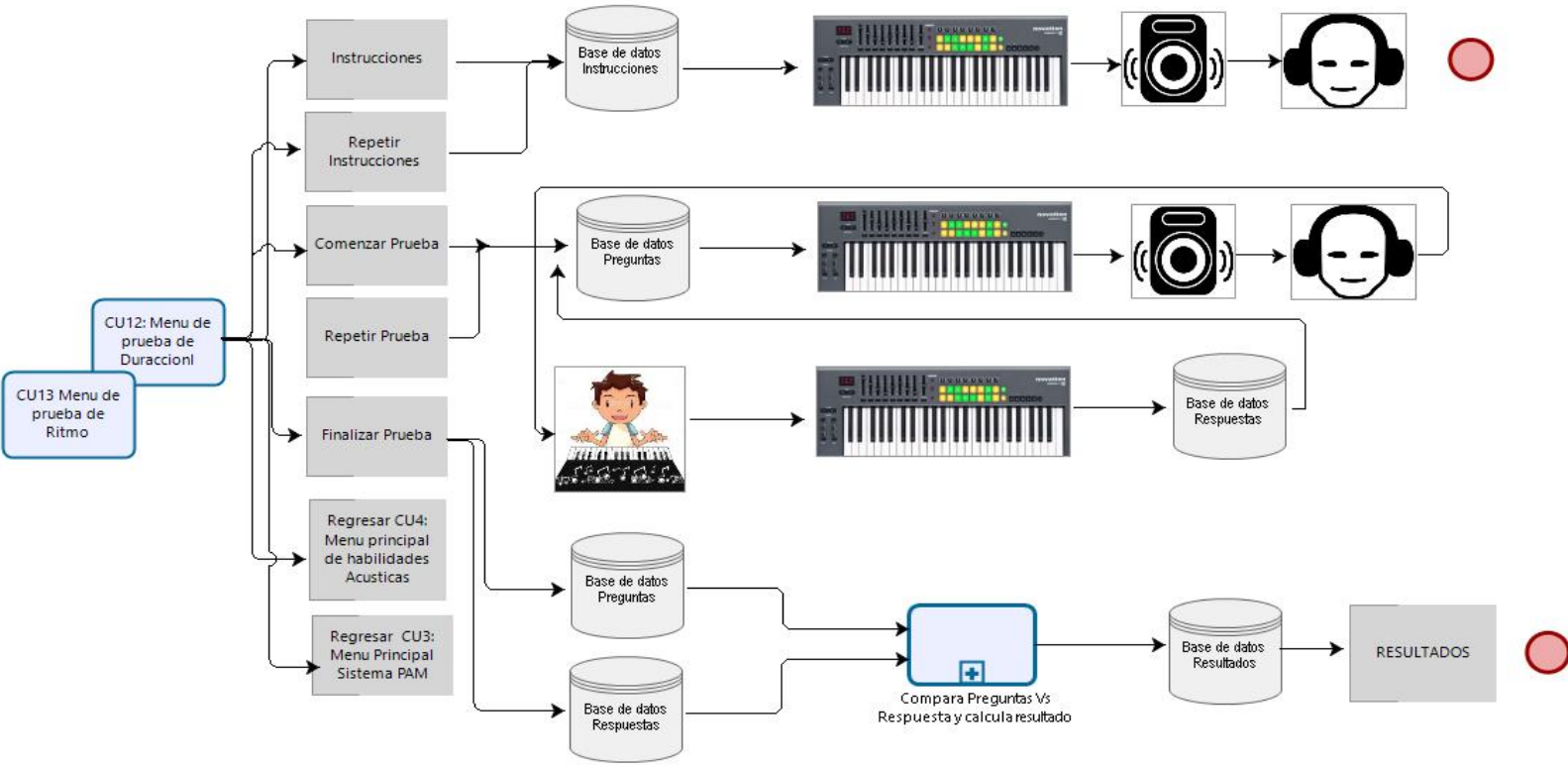


Figura N.º 18
 Modelaje del menú de Habilidades Motoras y Flujo de operación del sistema PAM
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

Para la selección CU12 correspondiente a la prueba de duración, el sistema evaluara las respuestas del usuario comparando la indicación metronómica, que se expresa en número de "golpes" por minuto (bpm: beats per minute) del registro de ejecución contra el registro de evaluación presentado.

Para la selección CU13 correspondiente a la prueba de ritmo, el sistema evaluara las respuestas del usuario comparando una combinación de diversos elementos tales como el tempo que indica velocidad, mediante el pulso que es la unidad de percepción, por el acento que se genera a partir de los pulsos, y el compás que mezcla a los pulsos y a los acentos, entre el registro de ejecución y el registro de evaluación presentado.

Si el usuario selecciona el botón CU6, menú principal de habilidades intelectuales, se presentará un menú de selección el cual contendrá 2 botones correspondientes a las pruebas específicas que debe completar el usuario las cuales son, CU14: Menú de

memoria rítmica de duraciones y CU15: Menú de memoria rítmica de acentuaciones, tal y como lo muestra la figura siguiente:

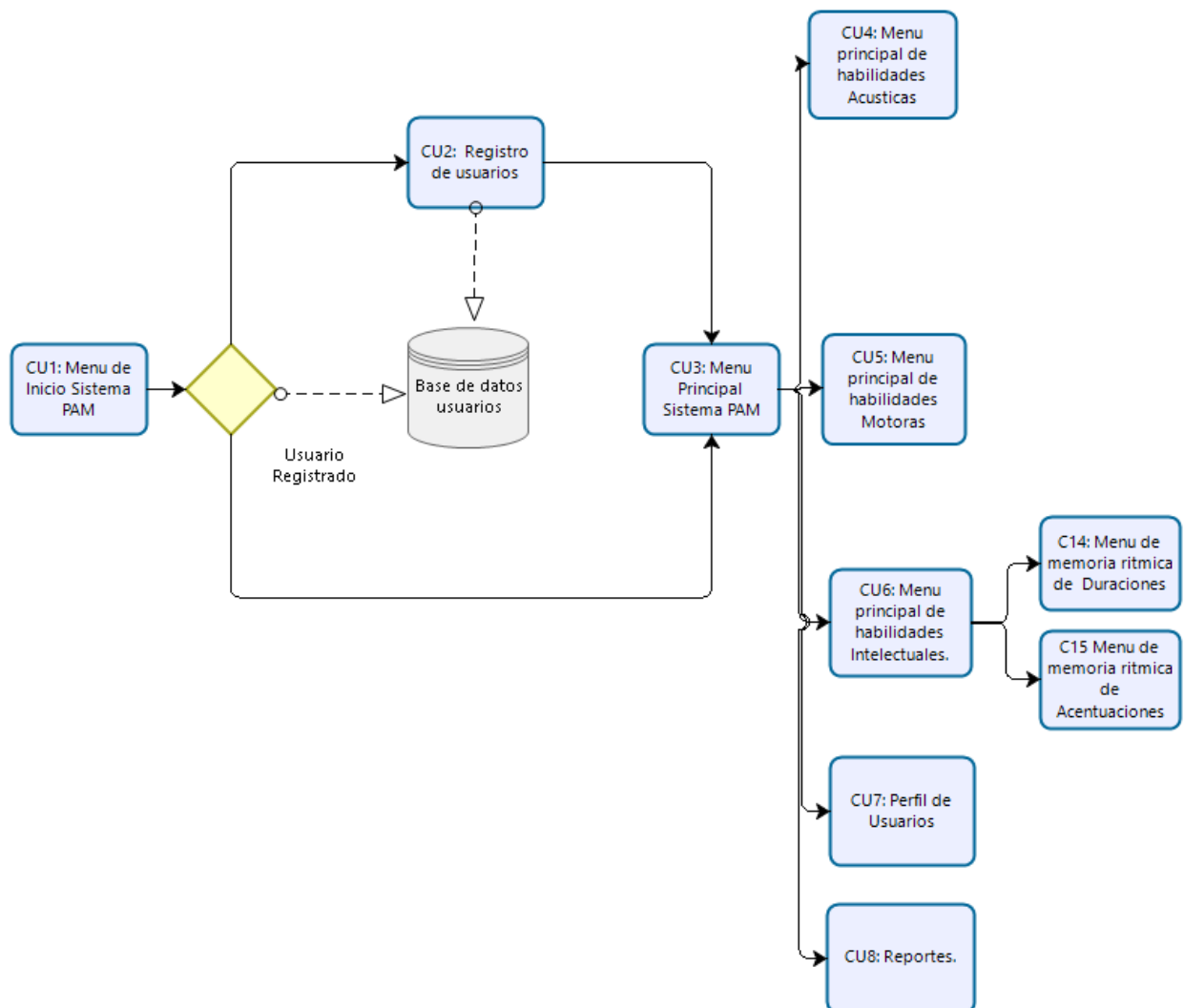


Figura N.º 19
 Modelaje del menú Principal de Habilidades
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

Para la selección CU14 correspondiente a la prueba de memoria rítmica de duraciones, el sistema evaluará las respuestas del usuario comparando la frase rítmica que debería ser recordada por el sujeto, seguido de varias imitaciones unas iguales y otras diferentes en cuanto a las duraciones que serían comparadas con el registro original.

Para la selección CU15 correspondiente a la prueba de memoria rítmica de acentuaciones, el sistema evaluará las respuestas del usuario comparándolas contra el registro original basándose en la comparación de los acentos de los sonidos.

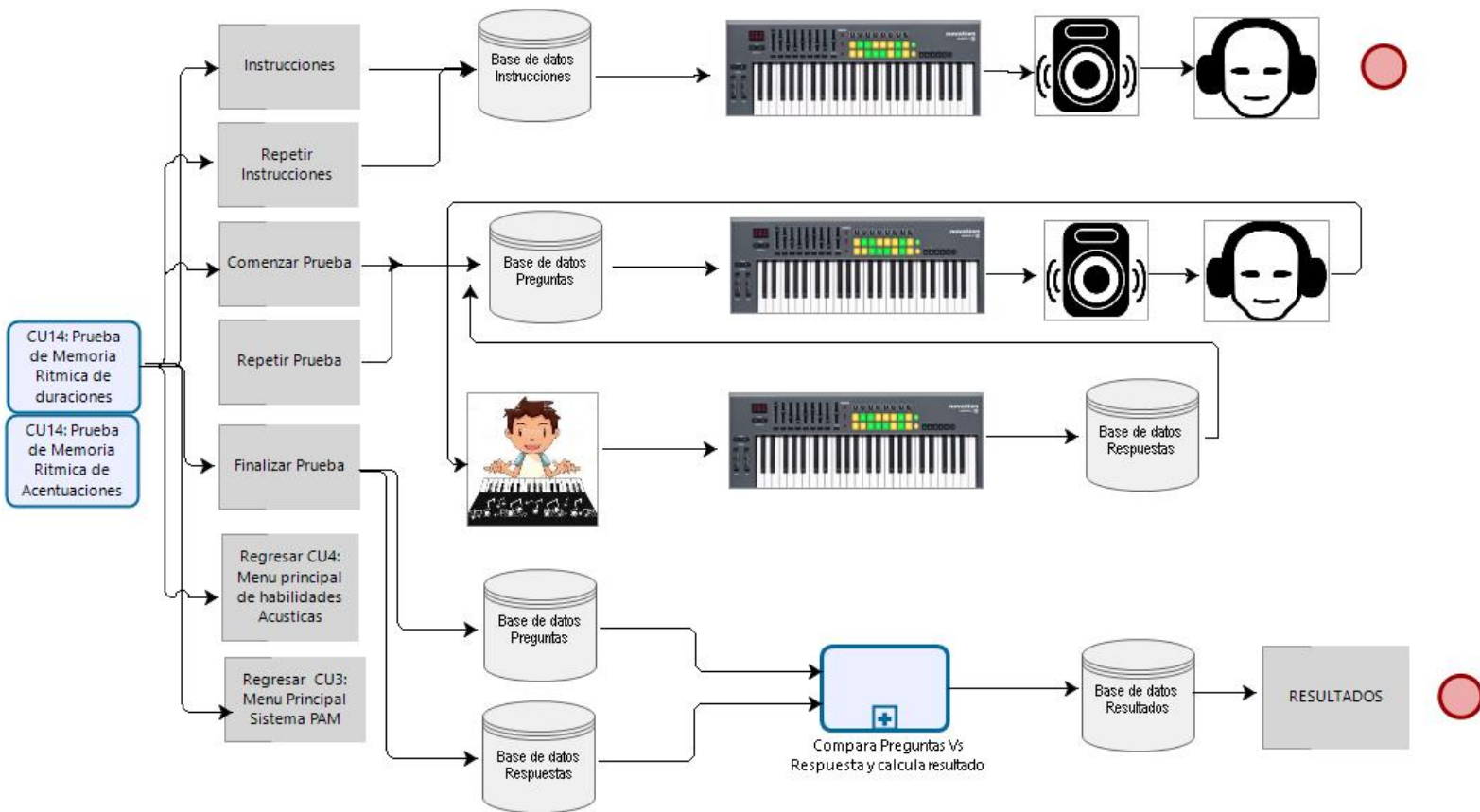


Figura N.º 20
Flujo de operación del sistema PAM
Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

- Si el usuario selecciona el botón CU7: Perfil de usuarios, se desplegará en pantalla todos los datos correspondientes a la información del usuario, así como también el histórico de los puntajes obtenidos en cada una de las pruebas tomadas y tendrá la opción de modificar los datos del registro mas no los datos de los puntajes obtenidos en las pruebas.

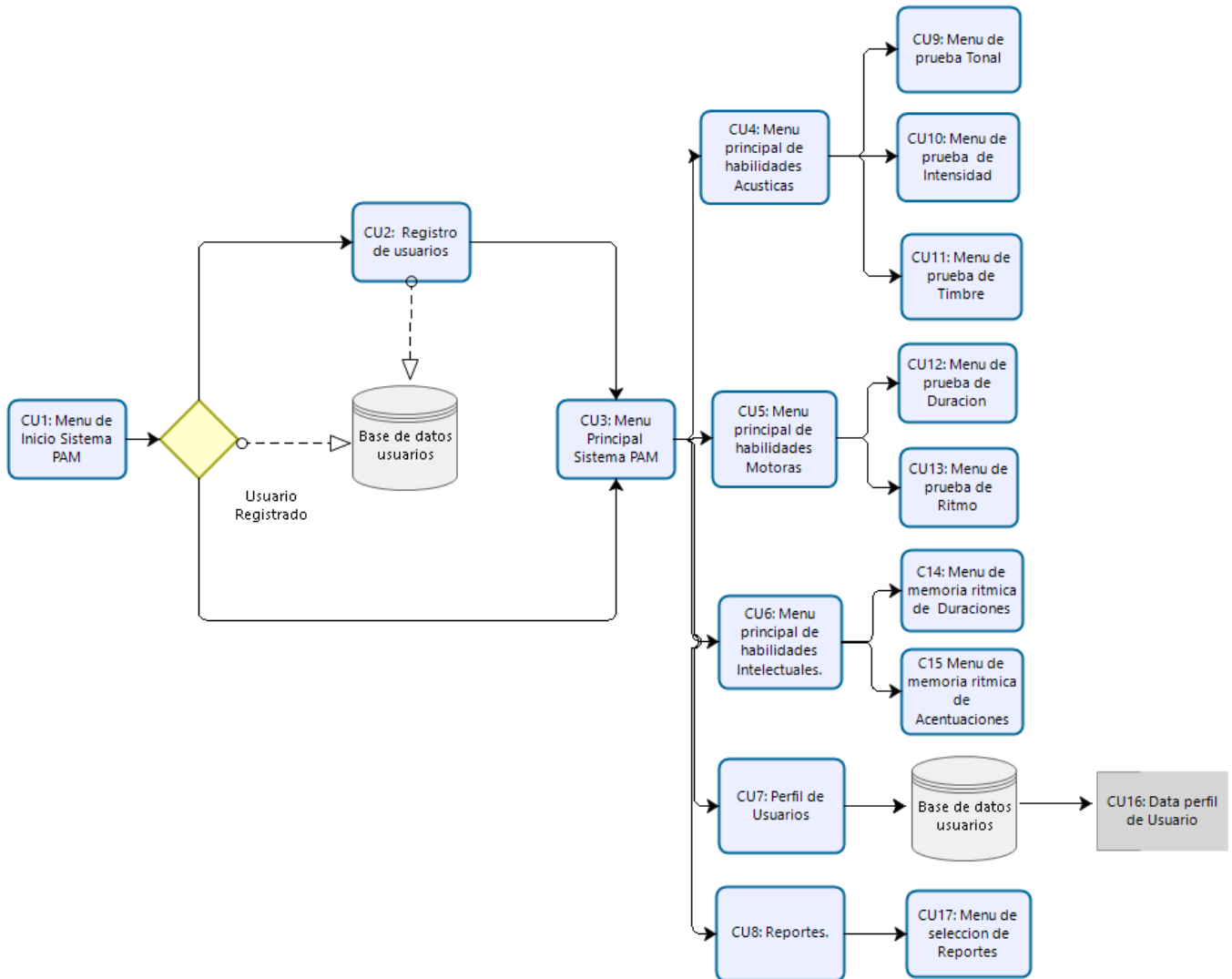


Figura N.º 21
 Perfil de Usuarios
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

- Si el usuario selecciona el botón CU8: Menú de selección de reportes, se presentará un campo de selección controlado donde aparecerán los reportes disponibles del sistema PAM en dependencia con el tipo de usuario registrado, ya que existirán dos clases de cuentas, las cuales serán clasificadas entre usuarios estudiantes y usuarios administradores y donde el usuario deberá además de seleccionar el reporte deseado, también tendrá la disponibilidad de selección de la forma de presentación, bien sea en pantalla o impreso en formato PDF.

- Las opciones disponibles de reportes para usuarios estudiantes serán sus datos de registro y el historial de sus propias calificaciones.
- Las opciones disponibles para los usuarios administradores serán: Registro de estudiantes e historial de calificaciones de los mismos, por curso, por sección, etc, además de contar con reportes de promedios de calificaciones por curso, por sección, por tipo etc.

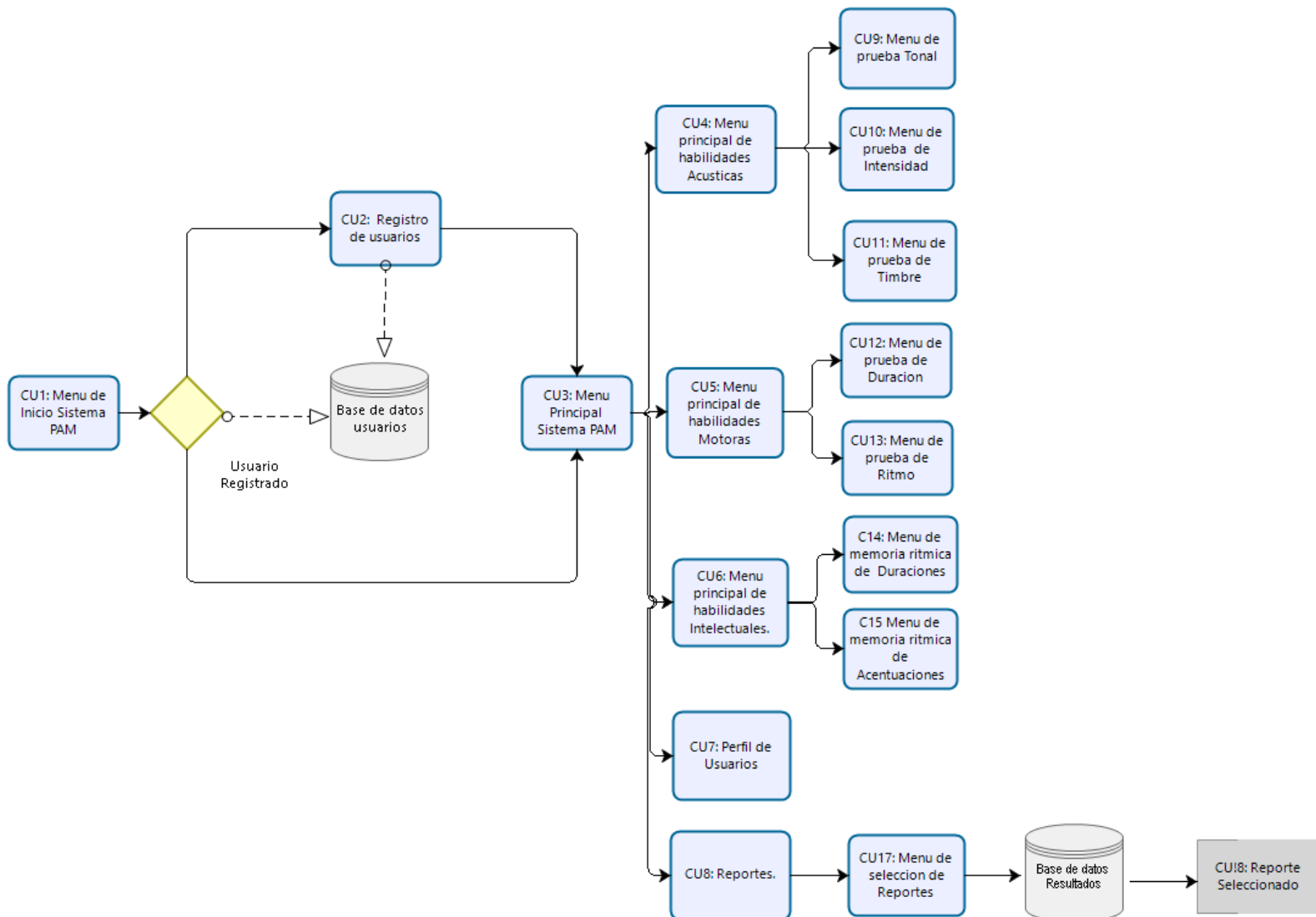


Figura N.º 22

Reportes

Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

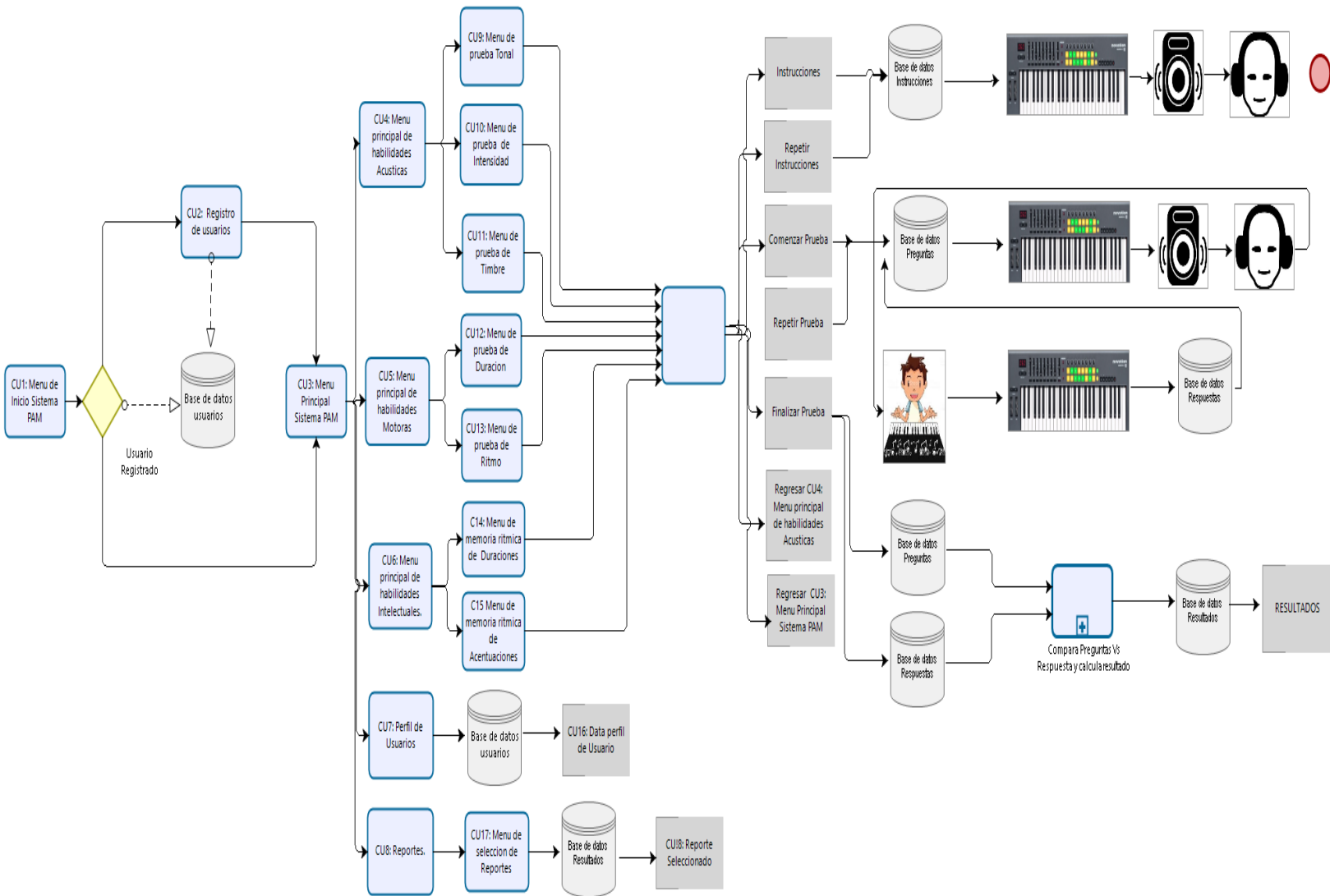


Figura N.º 23
 Modelo de operación general del sistema de Prueba de Aptitud Musical (PAM)
 Fuente: Jose Luis del Riego – Bizagi Modeler

CONCLUSIONES

Esta tesis de grado presentada como proyecto factible, permitió formular el siguiente conjunto de conclusiones que reflejan los aspectos más significativos encontrados durante el proceso de investigación, a fin de alcanzar el objetivo de diseñar conceptualmente un sistema informático que mediante la utilización del protocolo de comunicación MIDI permita evaluar de manera precisa las aptitudes musicales de un individuo.

Para lograr el objetivo principal planteado, orientado al diseño conceptual de un sistema informático que mediante la utilización del protocolo de comunicación MIDI permita evaluar de forma precisa las aptitudes musicales de un individuo podemos concluir lo siguiente:

La aptitud musical significa la capacidad innata o aprendida que posee un individuo para llevar a cabo actividades relacionadas con la música en todas y cada una de sus formas, en mayor o menor nivel de destreza.

Además, logramos constatar que la evaluación de dichas capacidades musicales de un individuo ha sido desarrollada por innumerables autores desde mucho tiempo atrás, pero de manera analógica, por tanto, nos permite concluir que debido a que parte de esos análisis de resultados analógicos contienen un componente de percepción humano, estos resultados no pueden ser catalogado como precisos.

También pudimos concluir que dichas capacidades o aptitudes musicales de los individuos pueden ser objeto de una evaluación eficaz que nos permita medir con precisión el nivel de dominio de las mismas, utilizando los recursos que nos brinda el protocolo de comunicación MIDI para el registro y transporte de datos, el controlador MIDI como dispositivo de interacción directa con el usuario y un computador para capturar, comparar y ponderar con precisión las respuestas obtenidas, tomando en cuenta los criterios de evaluación definidos a partir del análisis de las diferentes corrientes de pensamiento históricamente relacionadas con la evaluación de dichas aptitudes musicales y mediante la comparación bit a bit de los registros de ejecución de los usuarios contra el registro de ejecución solicitado por el sistema.

Logramos además obtener con este trabajo de tesis la comprensión y las bases del conocimiento necesario en referencia a los elementos que intervienen en el protocolo de comunicación MIDI y su descifrado, permitiéndonos de esta manera finalizar el diseño conceptual de nuestro sistema de prueba de aptitud musical PAM, el cual se presenta concluido a fin de ser entrada fundamental para la siguiente fase de programación.

El desarrollo de este trabajo de grado además nos permitió visualizar las amplias posibilidades de poder portar este sistema tanto a un computador como a teléfonos inteligentes que manejen el protocolo de comunicación MIDI e incluso transpolar este sistema a otras áreas de evaluación del conocimiento.

Pudimos además aplicar también el conocimiento adquirido en referencia a todos los procesos involucrados en el proyecto factible del diseño de un sistema informático, desde el análisis preliminar y la especificación de los requerimientos necesarios para su desarrollo, hasta presentar un diseño conceptual completo y listo para la codificación tal cual lo hemos hecho en esta tesis de grado.

REFERENCIAS

- Alistar, D., Challis, B., Hankinson, J. & Pirie, F. (2000). **“Development of a standard test of musical ability for participants in auditory interface testing”**. Department of Computer Science University of York, Heslington York, England. Consultado el 3 de Febrero de 2018 de la World Wide web:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.33.145&rep=rep1&type=pdf>
- Alvarez R. (2014) Tesis de Grado, **“Evaluación de las habilidades para el ingreso a pedagogía en educación Musical”**. Diagnóstico y propuesta como estudio de caso en una Universidad Tradicional Chilena. Universidad del BioBio, Facultad de educación y humanidades, Chile. Consultado el 6 de Febrero de 2018 de la World Wide web:
http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/350/1/Alvarez_Vidal_Rodrigo.pdf
- Buitrago L., Gutierrez J. y Platin-Segura V. Diseño y pilotaje de la prueba de aptitud musical en niños y niñas de tres a siete años de edad.
- Caballero A. (2013). **Desarrollo de un controlador MIDI no convencional implementado en un sistema embebido, utilizando el Kinect**. Consultado el 12 de diciembre de 2017 de la World Wide web:
http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1984/1/Desarrollo_controlador_midi_Caballero_Paz_2012.pdf
- Colwell, R. (1970). **“The development of the music achievement test series”**. Bulletin of the council for research in Music Education 22 (Fall), 57-73.
- Galera M. (2014) Seis Tests que miden las habilidades Musicales: Un Análisis Crítico. Revista de Ciencias de la Educación, Artes y Humanidades, N° 28-2014, pp. 181-191
- Martin E. (2006) Tesis de Doctorado, Aptitudes musicales y Atención en niños de entre diez y doce años.
- Martínez Núñez, L. R. (2007) . Procesamiento Digital y Control Gestual en Tiempo Real Utilizando una PC con Drivers ASIO para Efectos de Audio.
- Marin, E. (2006): Aptitudes Musicales y atención en Niños entre diez y doce años, Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, España. Consultado el 22 de febrero de 2018 de la World Wide web: <http://biblioteca.unex.es/tesis/8477237532.pdf>
- Mursel, J. L. (1937): **“Psychology of Music”**. Norton. N. York.
- Lehrman, Paul D., Tully Tim (1993) MIDI for the Professional
- Piedra F., Garcia D., Mansour H. (1998) Introducción a la informática Musical.

Quintana F., Mato M. y Robaina P. (2011) La Habilidad Musical: Evaluación e instrumentos de medida.

Rio Sandornil, D. (1991): **Las aptitudes musicales y su diagnóstico**. UNED Madrid. (Programa de enseñanza abierta a distancia, 1992).

Samperio M. (1994) Características de un test de aptitudes musicales para la escuela.

Seashore, C.E., (1938): *Psychologic of Music*, MacGraw-Hill, N. York

Swift, Andrew. (May 1997), “**A brief Introduction to MIDI**”, SURPRISE (Imperial College of Science Technology and Medicine), consultado el 22 de noviembre de 2017

Wallentin, M., Højlund Nielsen, A., Friis-Olivarius, M., Vuust, C., & Vuust, P. (2010). **The Musical Ear Test, a new reliable test for measuring musical competence**. *Learning and Individual Differences*, doi: 10.1016/j.lindif.2010.

Wing, H.D. (1969): **Test of musical ability and appreciation. An investigation into the measurement distribution and development of music capacity**. 2nd edition. The University Press, Cambridge