



# Nuevo instrumento de medición de los patrones temporales en el baile flamenco mediante un sistema de detección de apoyos por conductividad eléctrica

*New device for measuring time parameters in flamenco dance, provided with a supports detecting electrical system.*

Dr. José Luis González Montesinos, Jorge Fernández Santos, Roque Gómez Espinosa de los Monteros, M<sup>º</sup> José Beltrán Villanego, Almudena Carrasco Peña

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz.

Proyecto Subvencionado por la Junta de Andalucía. Proyecto Investigación Musical. Consejería de Cultura 2007.

## Resumen

En el presente artículo se expone el diseño y fabricación de un sistema de detección de apoyos que permite establecer de una forma rápida y precisa la secuencia de zapateados que componen un baile. Hasta ahora sólo se había hecho mediante el análisis de los fotogramas de cada baile, pero es un sistema extremadamente tedioso, lento y, por consiguiente, poco práctico para una investigación de muchos sujetos e impracticable para que se use como recurso coreográfico de los profesionales del baile flamenco o para prepararse físicamente. Mediante el presente sistema de medición se permite cuantificar de forma precisa y fiable parámetros temporales del baile flamenco, como son el número de apoyos, tiempos de contacto y no contacto, simetrías/asimetrías de apoyo, duración de los tiempos de doble apoyo, entre otros que se producen durante el desarrollo del baile del bailar/ora y que pueden ser determinantes en su empeño físico y en el desarrollo de la actividad como son la fuerza explosiva y frecuencia de pulsos del tren inferior. De igual forma, El sistema desarrollado permite además su aplicación en otras actividades dancísticas, como la danza contemporánea.

## Palabras Claves

Detector de apoyos · Parámetros temporales · Baile Flamenco · Zapateado · Sensores.

## Abstract

The present article exposes the design and manufacture of a system of detection of supports that establishes a fast and precise form the foot tap which composes a dance. Until now it had been only made by means of the analysis of the frames of each dance, but it is an extremely tedious, slow system and consequently little practical for

an investigation of many subjects and, certainly, impracticable in order it as choreographic resource or professional flamenco dancer training. The present system of measurement allows quantify a precise and trustworthy form of temporary flamenco dancing parameters (of the flamenco dancing), as the number of supports, times of contact and no contact, symmetries / asymmetries of support, duration of the times of double support, among others. The measurement takes place during the development of the dance and can be decisive in the physical determination of the dancer and in the development of the activity such as the explosive strength and frequency of pulses of the lower limb. In addition, the developed system could be used in other dance activities like contemporary dance.

## Key words

Supports detector · Time parameters · Flamenco dance · Footwork · Sensors.

## Introducción

Actualmente son escasos los estudios realizados sobre el baile flamenco desde la perspectiva de la medicina, la biomecánica, la fisiología o el entrenamiento físico, y muy pocos los instrumentos de medición ideados para su investigación<sup>1</sup>. En este sentido y hasta donde tenemos conocimiento apenas ha sido analizada la duración de los apoyos o zapateados, lo cual podría permitir una mejora en el rendimiento de los bailaroes/as.

Ya desde los primeros años de su infancia, el ser humano aprende a moverse con el ritmo de la música de forma natural, experimentando con su cuerpo hasta alcanzar un estilo propio. Pese al carácter individual de este proceso, las semejanzas entre sujetos distintos son tales que puede hablarse de un patrón característico del baile, así

como de las modificaciones que dicho patrón experimenta debido a la influencia de diversos factores, intrínsecos o extrínsecos al sujeto, y, sobre todo, bajo determinadas condiciones patológicas. De igual forma que en la marcha se pueden establecer parámetros temporales en base a determinado coeficientes, partiendo de la cuantificación temporal de las fases de apoyo (bipodal y apoyo monopodal derecho e izquierdo); en el baile flamenco, ese patrón temporal, permitiría estudiar la evolución del bailar, su técnica y su rendimiento a lo largo del baile.

El sistema instrumental desarrollado parte de una patente realizada por González Montesinos J.L.2 denominada Detector de Apoyos vía radio y que han permitido tener un punto de partida para la ejecución de este nuevo sistema de estudio de los parámetros temporales del baile flamenco. El sistema Detector de Apoyos tiene como finalidad calcular los tiempos de contacto y no contacto que produce un individuo sobre una lámina conductora al andar, correr o saltar<sup>3</sup>. Va a ser éste el punto de partida para el desarrollo de un instrumento para la medición y cuantificación de los parámetros temporales en el baile flamenco.

El uso de este sistema permitirá cuantificar los parámetros temporales del baile flamenco que principalmente estarán relacionados con los zapateados realizado durante la actividad del bailar/ora. Por primera vez, para la cuantificación de los zapateados se recurrirá a una nueva tecnología que mostrará los resultados en tiempo real, de forma precisa y fiable. Además, con los resultado se podrá cuantificar la cadencia y velocidad de los zapateados ejecutados en un intervalo de tiempo, tiempos de doble apoyo, tiempos de vuelo y suelo de cada uno de los pies y múltiples parámetros relacionados con esta actividad dancística. A su vez, con estos resultados se podrá desarrollar un sistema de evaluación de la condición física de los bailarores/ras en función de las características motrices propias del baile. Y por último, permitirá conocer exactamente las cargas externas de un montaje flamenco en concreto y estructurar de forma lógica la preparación física y técnica del bailar para ese montaje o espectáculo.

### Características del Sistema

El sistema electrónico está basado en un microcontrolador capaz de medir con suficiente resolución los parámetros temporales de la actividad motriz realizada por el bailar/ora durante su baile, es decir, dicho microcontrolador medirá los distintos zapateados realizados durante el estudio. El sistema cuenta con dos unidades idénticas sincronizadas, una en cada zapato. Cada zapato a su vez cuenta con 4 detectores localizados en

puntos estratégicos, como son el tacón, la puntera, la zona de las cabezas de los metatarsos, a nivel externo e interno. Los datos que recoja cada microcontrolador son transmitidos, gestionados y procesados por un computador externo o portátil para el almacenamiento y presentación de datos.

### Diseño del Instrumental Adaptable al Zapato del Bailaor/Bailaora

El diseño del instrumental adaptable al zapato del bailar/a consta de los siguientes apartados:

1. Preparación de la suela del zapato: para ello se procederá a la eliminación de clavos innecesarios o que puedan interferir la señal (Fig. 1).
2. Colocación de los detectores en el interior del zapato y en los clavos de la suela. Se colocan 4 detectores por zapato, de tal forma que posibilita la cuantificación del tipo y número de zapateados con el antepié, retropié, zona externa e interna (Fig. 2).
3. Dispositivo principal (Fig. 3): consiste en un módulo hardware principal que se coloca en el cuerpo del sujeto bajo estudio. Dicho módulo es una unidad física que admite como entrada la señal procedente de los elementos detectores situados en la suela del zapato de la bailar/a y que tiene como salida conexión al ordenador tanto por buses de campo físicos (USB) como inalámbrica vía radio. Sus componentes principales son:
  - a. Módulo de alimentación que permite el suministro energético autónomo por baterías o por medio de la red eléctrica a través de adaptadores de voltaje convencionales.
  - b. Módulos para comunicación con buses e inalámbrica.
  - c. Módulo de acondicionamiento de las señales procedentes de los detectores para su posterior procesado por sistemas digitales.
  - d. Memoria de datos rápida y de alta capacidad para servir de almacenamiento intermedio hasta la comunicación con el ordenador (memoria RAM).
  - e. Una o varias unidades de proceso secundarias o esclavas que gestionan la adquisición de los eventos y que marcan los tiempos de apoyo de cada sensor de contacto.
  - f. Unidad central de proceso principal o maestra con capacidad para la supervisión de los módulos de alimentación, comunicaciones, el bus principal de datos y la memoria; y los buses de control y las otras unidades de proceso secundarias o esclavas.

El funcionamiento se basa en el registro de los cambios en las señales procedentes de los detectores de las suelas de los zapatos de las bailaoras, en base a una referencia temporal común para todos ellos. El módulo de acondicionamiento evita señales falsas debido a rebotes o interferencias y convierte a digital la información. Cada unidad de procesamiento secundaria se encarga de recibir y preprocesar dichas señales agrupadas por pie o zona de pie mediante interrupción o captura de flanco del cambio de la señal. La unidad central principal se ocupa de supervisar esta tarea evitando que se pierdan eventos simultáneos e indicando el orden de escritura en la memoria de datos. Asimismo, se encarga de marcar una referencia temporal común y de gestionar los paquetes de datos y los protocolos de comunicaciones con el ordenador.

El módulo hardware principal posee una serie de pulsadores en el panel frontal, cuya misión es la de proporcionar las señales de inicio, fin y marcas de prueba. Cuenta además con diodos led que proporcionan información sobre el estado de la alimentación, de la comunicación con el ordenador y de la conexión radio con el ordenador. Este módulo posee los elementos necesarios

para su fijación al sujeto bajo estudio.

4. **Conectores para la interrupción del contacto** (Fig. 4): se compone de elementos detectores metálicos, en el caso que nos ocupa se utilizaron unas sencillas chinchetas de metal, situados en la suela del calzado. Al apoyar y levantar la suela, la conductividad eléctrica con la placa conductora, modifica su estado y permite contabilizar los tiempos de apoyo y no apoyo. Esta modificación constituye el cambio que se procesa para señalar la dinámica del pie.
5. Estos sensores de las suelas se conectan vía cables trenzados y apantallados al módulo principal situado en el sujeto bajo estudio.
6. **Transceptor IrDA – Comunicaciones:** este sistema consiste en un Interfaz transceptor de datos por infrarrojo que nos permite prescindir de cables que entorpezcan el movimiento de la bailaora.
7. **Plataforma de contactos** (Fig. 5): es una plataforma metálica que permite la conducción de la señal de contacto.

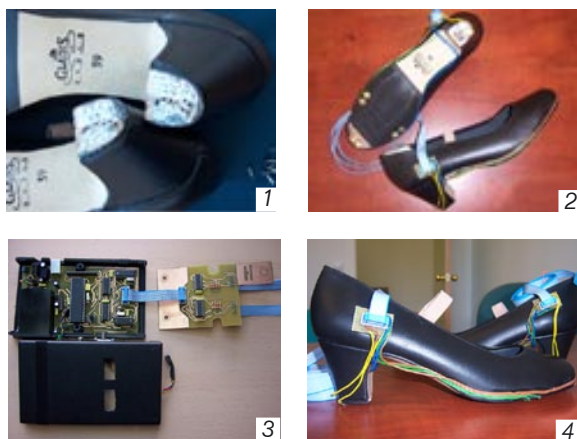


Fig. 1: Muestra de clavos de los tacones  
Fig. 2: Detectores de contactos  
Fig. 3: Dispositivo principal  
Fig. 4: Transceptor de comunicaciones



Fig. 5: Plataforma de contactos

## Pruebas realizadas

Se han realizado una serie de pruebas de fiabilidad y sensibilidad para valorar la fiabilidad del sistema que han consistido en la realización de los siguientes tests:

1. Realización de tests de pulsos repetidos. Esta prueba consiste realizar diversos gestos que impliquen el funcionamiento real de los sensores. Se ha comprobado independientemente los cuatro sensores de cada una de las zap-

tillas, de forma que se visualice en los datos obtenidos en el ordenador el correcto funcionamiento de cada uno de ellos (Fig. 6).

2. Realización de tests de zapateado y visualización de datos obtenidos. En esta prueba se analiza el funcionamiento simultáneo de los sensores en situación real de baile con la intención de identificación y reconocer la correspondencia entre los distintos sensores (Fig. 7).

3. Realización de zapateado, filmación del bailar con videocámara digital y utilización del sistema desarrollado para la valoración temporal del baile. Hasta ahora la forma usada para analizar y cuantificar los zapateados del baile era mediante técnicas de cineantropometría



Fig. 6: El sistema preparado para el test de pulsos repetidos

que consiste en visionar uno a uno todos los fotogramas que formaban la película del baile. La cuantificación y recogida de datos se realizaba manualmente. Con este último paso se pretende comparar los resultados obtenidos mediante ambos procesos.



Fig. 7: El sistema preparado para el test de zapateado

## Conclusiones

El sistema de detección de apoyos es un ejemplo de cómo la tecnología y las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte pueden implicarse en el baile flamenco. El registro de los zapateados aportará de una forma rápida y precisa la información necesaria para analizar las cargas de trabajo que se exige durante el baile, y estos parámetros permitirán conformar la base de una futura preparación física. Pero su aplicación no se

limitará a optimizar los esfuerzos de los bailarines y prevención de lesiones sino que va más allá. El sistema posibilitará un gran avance coreográfico, que permitirá registrar y anotar los zapateados de un montaje abriendo un mundo que puede ir hacia el reconocimiento de los derechos de autor de los coreógrafos, permitiendo su registro en la propiedad intelectual, o bien hacia los procesos de enseñanza del baile flamenco.

---

---

## Referencias bibliográficas

<sup>1</sup>Vargas, A. (2006). *El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición física*. Cádiz: Tesis doctoral, Universidad de Cádiz.

<sup>2</sup>González JL, MORA J. (2003). *Detector de apoyos vía radio*. Patente internacional P200300890, N° PUBLICACION: 2237280, PCT/ES2004/ 000161, Universidad de Cádiz.

<sup>3</sup>González JL (2000). *D.A.S.-D.A.M.C. Nuevo sistema de detección de apoyos vía radio y su aplicación a la marcha, la carrera y el salto: Estudio práctico en sujetos de 12 a 18 años*. Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, Cádiz.

---

---