

# DISEÑO, DESARROLLO Y TESTEO DE COPA MENSTRUAL INTELIGENTE CON RECONOCIMIENTO DE POSICIÓN Y AVISO DE LLENADO

**Julia Barrios-Jiménez<sup>1</sup>, Lourdes Durán-López<sup>1</sup>, Elena Escobar-Linero<sup>1</sup>, Lourdes Miró-Amarante<sup>1,2</sup>, Manuel Domínguez-Morales<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, EPS-ETSII, Sevilla

<sup>2</sup>IBUS: Instituto de Ingeniería en Informática, Sevilla

E-mail de correspondencia: mjdominguez@us.es

## RESUMEN

Existen diversos trastornos asociados a la menstruación que provocan anomalías en el ciclo, como el síndrome de ovario poliquístico, endometriosis, hiperprolactinemia o alteraciones en la glándula tiroidea. Todos ellos provocan un sangrado uterino anormal (SUA), cuyos síntomas incluye un sangrado abundante, denominado menorragia. La medición del volumen de sangre en una menstruación se realiza de forma aproximada y en base a la información aportada por la paciente; sin embargo, las pacientes tienen dificultades al valorar este término, y en ocasiones esta valoración no se corresponde con la realidad, siendo a veces por exceso o por defecto. En este trabajo se diseña, desarrolla y testea un sistema de medición cuantitativa y automática del sangrado en base a una copa menstrual inteligente que verifica la posición de la usuaria para realizar una medición correcta del volumen de sangre, enviarlo a una aplicación y registrarlo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según *Index Mundi* (Distribución por edad - Mundo - Población, 2021), la población de mujeres con edades comprendidas entre 12 y 50 años es de 2.091.501.795. Esta sería una cifra aproximada de personas del mundo que actualmente están en etapa reproductiva, y por tanto conviven con la menstruación. Asociados a la menstruación existen diversos trastornos que provocan que estos ciclos presenten anomalías, afectando a la duración del ciclo, a los días del sangrado o a la cantidad de flujo menstrual.

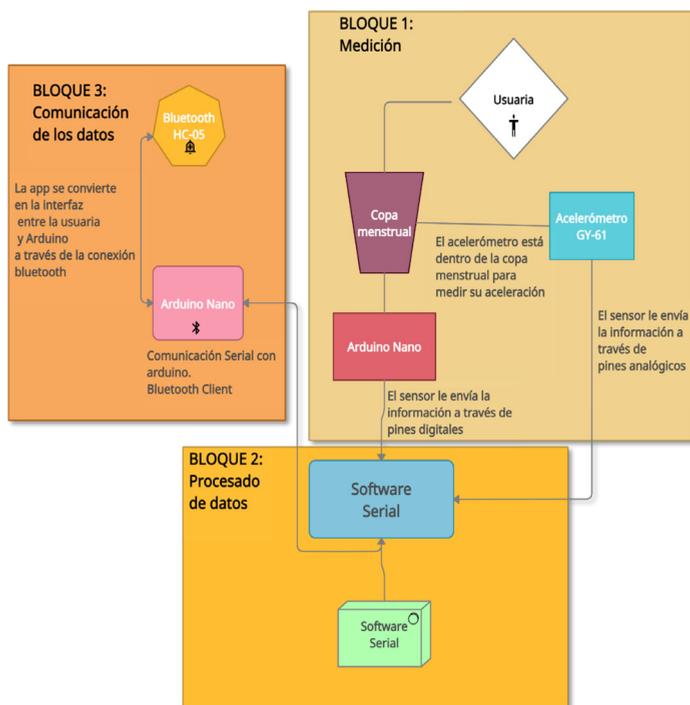
La mayoría de estos trastornos incluyen un sangrado uterino anormal (SUA), descrito como irregularidades en el ciclo menstrual que involucran frecuencia, regularidad, duración y volumen de flujo fuera del embarazo. Hasta un tercio de las mujeres experimentarán sangrado uterino anormal en su vida, y las irregularidades ocurren con mayor frecuencia en la menarquia y la perimenopausia” (Davis & Spartzak, 2019).

Los síntomas del SUA son diversos y ocasionan un sangrado abundante, denominado menorragia. Desde la subjetividad, la menorragia se define como la percepción por parte de la mujer de que su cantidad de sangrado es excesivo durante varios ciclos consecutivos (Matorras *et al*, 2001). Según Lyer *et al*. (2000) el 90% de las mujeres presentan un sangrado inferior a 80 mL/ciclo, por lo que una cifra superior a esta cantidad indicaría menorragia. Sin embargo, las pacientes tienen dificultades a la hora de valorar este término, y en ocasiones esta valoración no se corresponde con la realidad, siendo a veces por exceso o por defecto.

Actualmente no existe ningún método que cuantifique la cantidad de sangre menstrual expulsada durante la menstruación. Es por ello por lo que se plantea el desarrollo y testeo de una copa menstrual, que combine los beneficios de la copa tradicional con la tecnología para cuantificar el volumen de sangre menstrual por cada ciclo de la usuaria, y notificar a la misma que debe retirar la copa una vez superado cierto umbral de llenado, evitando así fugas del flujo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

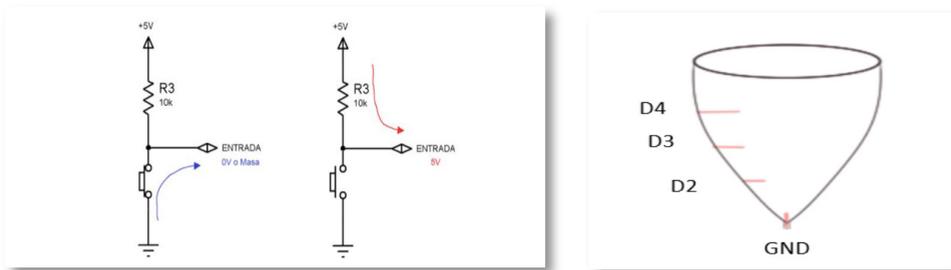
El prototipo del dispositivo está formado por los siguientes bloques:



**Figura 1.** Diagrama de bloques del sistema.  
**Fuente:** elaboración propia.

El acelerómetro comprueba si la persona está en reposo y en una posición erecta. Una vez realiza la comprobación, el sensor de nivel de llenado mide cuál es el porcentaje de flujo menstrual en la copa. La función del acelerómetro es obtener la posición y el movimiento de la persona, esto nos proporciona una idea de la inclinación de la copa menstrual. Para poder realizar la medición del llenado, la usuaria deber tener una posición erecta y sin movimiento (entre 30 y 40 grados de inclinación según López Olmos (2005)), para que el porcentaje sea lo más exacto posible.

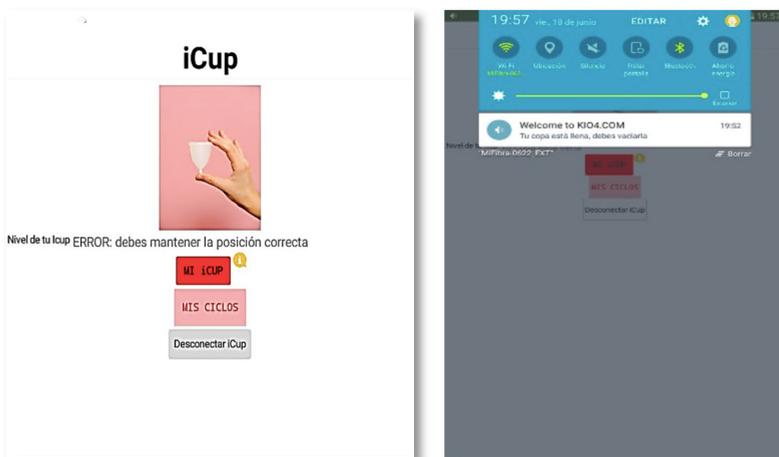
Con respecto a la medición del nivel de llenado de la copa menstrual, se diseñó un sensor capacitivo de llenado que gracias a la conductividad que presenta la sangre, puede conocer el nivel de llenado de la copa.



**Figura 2.** Sensor de nivel de llenado.

**Fuente:** elaboración propia.

La información de los sensores es leída, procesada y transmitida por el microcontrolador a la aplicación. Por lo tanto, una vez procesada la información, se puede conocer el nivel de llenado de la copa.

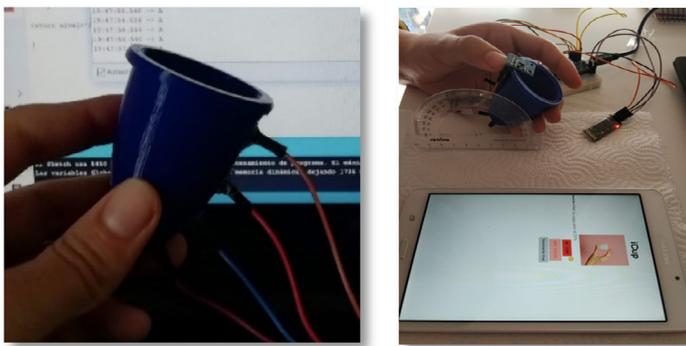


**Figura 3.** Aplicación y aviso de llenado. **Fuente:** elaboración propia.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que se han desarrollado todos los objetivos de este proyecto y teniendo el sistema completo, se requiere comprobar su funcionamiento. Para ello, se han realizado diversas pruebas funcionales: en primer lugar, se han evaluado independientemente cada uno de los componentes que integran el sistema y, posteriormente, se han realizado pruebas de integración para evaluar el sistema completo.

En primer lugar, se simuló la inclinación del acelerómetro en el dispositivo utilizando la medición dada por un goniómetro. En segundo lugar, se comprueba el funcionamiento del sensor de nivel, el cual se llena y se vacía la copa con una disolución salina, para imitar la conductividad de la sangre menstrual.



**Figura 4.** iCup en funcionamiento.

**Fuente:** elaboración propia.

Finalmente, en las pruebas de integración se simulan distintas posiciones del dispositivo con diferentes niveles de llenado. Si la posición es correcta, debe aparecer el porcentaje de la copa menstrual.

Los resultados de todas las pruebas son satisfactorios.

### 4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado, desarrollado y probado con resultado satisfactorio un prototipo de copa menstrual inteligente. Entre los componentes que la conforman, se ha desarrollado un sensor de nivel de llenado capaz de medir el porcentaje (25%, 50% y 75%) de flujo menstrual que hay en el interior del dispositivo en base a la conductividad de la sangre menstrual; esta medición solo se lleva a cabo cuando la usuaria está erguida.

La información se ha leído, procesado y transferido inalámbricamente utilizando un microcontrolador de bajo coste; y se ha incluido una aplicación móvil capaz de recibir los datos, almacenarlos, mostrarlos y notificar el llenado de la copa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Davis, E., & Sparzak, P. B.** (2021). Abnormal Uterine Bleeding. 2021 Feb 10. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

**Matorras, R. et al.** (2001). Menorragias: estado actual de conocimientos. Folia Clin Obstet Ginecol, 25, 9-31.

**Lyer, V., Farquhar, C., & Jepson, R.** (2000). oral contraceptive pills for heavy menstrual bleeding Cochrane Data base syst. Rev. 2000;(2): CD, 154.

**López-Olmos, J.** (2005). La longitud vaginal: análisis multivariante. Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia, 32(6), 230-243.