1. **Aritmética Binaria y Decimal**
   1. **QUE ES LA ARITMETICA BINARIA**

La base 2, también conocida como sistema binario, es un sistema binario, es un sistema numérico que utiliza únicamente dos dígitos: 0 y 1. Este sistema es fundamental en el ámbito de la computación, ya que las computadoras operan internamente utilizando circuitos electrónicos que pueden estar en uno de dos estados: encendido (1) o apagado (0). Esta representación binaria permite a las computadoras procesar y almacenar datos de manera eficiente[1]

* 1. **CONVERSIÓN ENTRE SISTEMAS BINARIO Y DECIMAL**

La conversión entre decimal (base 10) y binario (base 2) es crucial para comprender cómo las computadoras procesan los datos. Para convertir de decimal a binario, divida el número entre 2 repetidamente, anotando los residuos, hasta llegar a 0. Luego, lea los residuos de abajo a arriba [2], [3]

Por ejemplo, 13 en decimal se convierte a binario de la siguiente manera:

13 ÷ 2 = 6, residuo 1

6 ÷ 2 = 3, residuo 0

3 ÷ 2 = 1, residuo 1

1 ÷ 2 = 0, residuo 1

Resultado: **1101**.

Para convertir de binario a decimal, se multiplica cada bit por 2 elevado a su posición, de derecha a izquierda. Ejemplo:

1101 = 1×2³ + 1×2² + 0×2¹ + 1×2⁰ = 8 + 4 + 0 + 1 = **13**.

Estos procesos son esenciales para traducir la información entre humanos y máquinas.

* 1. **IMPORTANCIA DE LA BASE 2 EN EL PROCESAMIENTO DE DATOS EN COMPUTADORAS**

La importancia del sistema binario radica en su simplicidad y en la facilidad con la que se puede implementar en hardware. Cada bit (dígito binario) puede ser representado por un estado eléctrico, lo que permite realizar operaciones lógicas y aritméticas a gran velocidad. Además, el uso del sistema binario facilita la codificación de diferentes tipos de datos, como números, caracteres y multimedia, en formatos que las computadoras pueden entender y manipular [2], [4]

* 1. **OPERACIONES ARITMÉTICAS BÁSICAS EN BINARIO**

Las operaciones aritméticas en binario son similares a las que se realizan en el sistema decimal, pero se llevan a cabo utilizando solo los dígitos 0 y 1. En los siguientes puntos se describen las operaciones básicas como: suma, resta, multiplicación y división, incluyendo el manejo de Carry (llevar) y Borrow (préstamo) [3]

* + 1. **SUMA EN BINARIO**

Es una operación fundamental en la aritmética de los sistemas numéricos binarios, que son la base de la computación moderna. En el sistema binario, solo se utilizan dos dígitos: 0 y 1. Esto contrasta con el sistema decimal, que utiliza diez dígitos (0-9). La suma de binario sigue principios similares a la suma en decimal, pero con algunas diferencias clave debido a la naturaleza del sistema. La suma en binario es esencial en la computación, ya que todos los datos y operaciones en las computadoras se representan en binario. Las operaciones aritméticas, como la suma se implementan en hardware a través de circuitos lógicos, como sumadores, que realizan estas operaciones de manera eficiente [2]

* + - 1. **REGLAS BÁSICAS DE SUMA BINARIA**

0 + 0 = 0

0 +1 = 1

1 + 0 = 1

1 + 1 = 10

(es decir, 0 con acarreo 1)

* + 1. **RESTA EN BINARIO**

Es una operación aritmética fundamental que se utiliza en el sistema numérico binario, el cual es la base de la computación moderna. Al igual que en el sistema decimal, la resta en binario implica la sustracción de un número de otro. Sin embargo, debido a la naturaleza del sistema binario, la resta presenta algunas particularidades que son importantes de entender [1]

Esta operación desempeña un papel importante dentro del funcionamiento de los sistemas digitales, ya que las computadoras procesar la información utilizando este formato. Para ello, se emplean componentes electrónicos especializados, como los restadores, que permiten llevar a cabo esta operación con rapidez y precisión. Esta operación es especialmente relevante en tareas como el control automático, el tratamiento de señales y el manejo de información [1], [3].

* + - 1. **REGLAS BÁSICAS DE RESTA**

0 – 0 = 0

1 – 0 = 1

1 – 1 = 0

0 – 1 = 1 (con Borrow de la siguiente posición)

* + 1. **MULTIPLICACIÓN EN BINARIO**

Es una operación aritmética fundamental que se utiliza en el sistema numérico binario, que es la base de la computación. Al igual que en el sistema decimal, la multiplicación en binario implica la combinación de dos números (multiplicando y multiplicador) para obtener un producto. Sin embargo, debido a la naturaleza del sistema binario, la multiplicación presenta algunas particularidades que son importantes de entender [5]

La operación de multiplicar en binario es esencial en el ámbito de la computación, ya que las computadoras ejecutan todas sus operaciones aritméticas utilizando este sistema numérico. Los circuitos lógicos, como los multiplicadores, permiten realizar estas operaciones de forma eficiente. Además, la multiplicación juega un papel clave en algoritmos de control, procesamiento de señales y manejo de datos[3], [5]

* + - 1. **REGLAS BÁSICAS DE MULTIPLICACIÓN**

0 \* 0 = 0

0 \* 1 = 0

1 \* 0 = 0

1 \* 1 = 1

* + 1. **DIVISIÓN EN BINARIO**

Es una operación aritmética fundamental que se utiliza en el sistema numérico binario, que es la base de la computación moderna. Al igual que en el sistema decimal, la división en binario implica la separación de un número en partes iguales según otro número. Sin embargo, debido a la naturaleza del sistema binaria, la división presenta algunas particularidades que son importantes de entender [2], [5]

La división binaria es una operación esencial dentro de los sistemas computacionales, ya que las máquinas trabajan internamente con números binarios. Para ejecutar esta función de manera óptima, se utilizan dispositivos lógicos llamados divisores. Esta operación resulta especialmente útil en aplicaciones como el procesamiento de datos, los sistemas de control y el análisis de señales digitales[4]

* + - 1. **REGLAS DE DIVISIÓN**

0 / 1 = 0

1 / 1 = 1

0 / 0 = ES INDEFINIDO

1 / 0 = ES INDEFINIDO

1. **Aritmética decimal**

La aritmética decimal es un conjunto de métodos, algoritmos y circuitos diseñados para procesar matemáticamente (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones...) números que se presentan en base 10 con precisión decimal y sin errores de conversión a binario. Esta precisión es clave en aplicaciones de finanzas, contabilidad y comercio, donde error en el redondeo pueden dar lugar a graves problemas. Los ordenadores, sin embargo, trabajan internamente en binario (base 2), por lo que convertir los números decimales a binario con precisión suele llevar a errores de redondeo (y fallos de precisión). Para evitar estos problemas nace la aritmética decimal binaria (Binary Decimal Arithmetic) que parte de la idea de representar y operar números decimales directamente en un sistema binario con alta precisión [6].

Para ello propone el diseño de formatos de representación de números especiales como Decimal Coded Binary (BCD) o formatos de número real decimal, junto con métodos y hardware específicos que aseguren el resultado correcto y lo hagan de manera eficiente. Los dos libros, Hardware–Software Co-Design for Decimal Multiplication y Hardware Designs for Decimal Floating-Point Addition and Related Operations, se centran en cómo implementar aritmética decimal de forma eficiente ya sea a través de diseños híbridos hardware-software o bien mediante hardware dedicado. La idea es acelerar los cálculos, pero siempre asegurando que los resultados sean precisos y exactos, algo esencial en áreas donde tener precisión en la base es fundamental [6], [7].

* 1. **¿Para qué sirve la Aritmética Decimal?**

La aritmética decimal es útil para hacer cálculos precisos con números en base 10, como los que solemos usar en la vida diaria, asegurándonos de que no se pierda su exactitud por errores de redondeo. Es esencial en situaciones en las que se requiere precisión: a la hora de hacer cálculos financieros y en contabilidad o comercio, en educación o en el diseño de hardware digital a comparación de los números de base 2 en binario [1], [7].

* + 1. **En computadoras y tecnología:**

Para un sistema digital, trabajar con el sistema numérico binario es pan comido. Sin embargo, el convertir un número que pertenece al sistema de numeración decimal al binario puede producir errores. La Binary Decimal Arithmetic es una forma de que un número que pertenece al ámbito de los números decimales se represente correctamente en el ámbito de los números binarios y de que las operaciones de suma, resta, etc. se realicen sobre el número decimal real, sin errores. Esto es fundamental en banca, bases de datos de dinero y en cálculos científicos donde no puede haber un error decimal. El libro Hardware Designs for Decimal Floating-Point Addition and Related Operations habla de cómo es posible tener hardware especializado que realice operaciones como suma, resta, redondeo [7].

* + 1. **En la educación matemática:**

Desde la escuela, como se muestra en el estudio Mejora del rendimiento matemático en Primaria, la comprensión de fracciones y números decimales es crucial para mejorar el rendimiento en esta asignatura. No solo es imprescindible para las matemáticas el dominio de la aritmética decimal, sino que esta también favorece el razonamiento lógico, la capacidad de resolver problemas y la competencia matemática. La enseñanza personalizada de fracciones y decimales permite a los estudiantes posibilitar emplear los fundamentos sobre los que se aplican en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [8.]

1. **Importancia en la computación**
   * 1. **Representación de datos:** Todo en la computadora (números, letras, imágenes, sonidos) se representa como combinaciones de bits binarios.
     2. **Procesamiento y cálculo:** La Unidad Aritmético-Lógica (ALU) de un procesador realiza millones de operaciones binarias por segundo, utilizando estas reglas simples.
     3. **Eficiencia:** Usar solo dos estados (encendido/apagado, 1/0) permite una implementación electrónica rápida, confiable y económica.
2. **Arquitectura de un microcontrolador y microprocesador**

Los microprocesadores y microcontroladores son fundamentales en el desarrollo de tecnologías inteligentes, y su arquitectura ha evolucionado para adaptarse a las necesidades del Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA). El microcontrolador, según el artículo *"A Smart Microcontroller Architecture for the Internet of Things"*, es un chip que combina procesador, memoria y periféricos, ideal para tareas específicas y de bajo consumo. La arquitectura propuesta incluye capacidades de inteligencia local como lógica difusa y redes neuronales simples, lo que permite tomar decisiones sin depender de la nube. Además, se plantea una red de microcontroladores conectados mediante un bus, que colaboran entre sí, mejorando la eficiencia y escalabilidad en aplicaciones como sensores o cerraduras inteligentes. Por su parte, el artículo *"Advancements in Microprocessor Architecture for Ubiquitous AI"* explica cómo los microprocesadores han pasado de tareas generales a procesar IA avanzada, incorporando núcleos múltiples, GPUs, TPUs y conjuntos de instrucciones especializados. Estas mejoras permiten realizar tareas como visión por computadora o reconocimiento de voz en tiempo real. Sin embargo, también enfrentan desafíos como el manejo del calor, el consumo energético y la compatibilidad de software. En conjunto, ambas arquitecturas trabajan de forma complementaria: los microcontroladores procesan tareas simples y locales, mientras los microprocesadores se encargan de operaciones más complejas, logrando sistemas más inteligentes y eficientes [9], [10].

Los avances en la arquitectura de microprocesadores y microcontroladores reflejan el crecimiento de tecnologías como el IoT y la inteligencia artificial. Los microcontroladores, según la propuesta del artículo sobre IoT, integran en un solo chip elementos esenciales para controlar dispositivos de forma autónoma y eficiente. Se destacan por su bajo consumo, capacidad de tomar decisiones simples con lógica programable y de formar redes con otros microcontroladores para resolver tareas distribuidas. Esto los hace ideales para entornos donde la respuesta rápida y local es crucial. En cambio, los microprocesadores, como detalla el artículo sobre IA ubicua, han evolucionado para soportar cargas de trabajo mucho más pesadas, gracias a múltiples núcleos, aceleradores y arquitecturas optimizadas para aprendizaje profundo, visión artificial y procesamiento de datos complejos. Si bien ofrecen alto rendimiento, también presentan retos como el calor generado y la complejidad del software. Ambos tipos de arquitectura se complementan: mientras los microcontroladores ejecutan acciones locales y específicas, los microprocesadores manejan análisis profundos y tareas globales, formando así la base de sistemas inteligentes, conectados y eficientes [10].

**BIBLIOGRAFIA**

[1] E. E. Swartzlander, “Computer Arithmetic,” in *Computer Arithmetic*, WORLD SCIENTIFIC, 2015, pp. 1–398. doi: 10.1142/9789814651578.

[2] A. Lloris Ruiz, E. Castillo Morales, L. Parrilla Roure, A. García Ríos, and M. J. Lloris Meseguer, “Number Systems,” 2021, pp. 1–75. doi: 10.1007/978-3-030-67266-9\_1.

[3] B. J. LaMeres, “Floating-Point Systems,” in *Introduction to Logic Circuits & Logic Design with Verilog*, Cham: Springer International Publishing, 2024, pp. 465–514. doi: 10.1007/978-3-031-43946-9\_14.

[4] L. Strickland and H. R. Lewis, *Leibniz on Binary*. The MIT Press, 2022. doi: 10.7551/mitpress/14123.001.0001.

[5] I. Spiridonov, “Arithmetic of binary equivalents of decimal numbers,” Nov. 23, 2022. doi: 10.36227/techrxiv.19294511.v4.

[6] R. Mian, M. Shintani, and M. Inoue, “Hardware–Software Co-Design for Decimal Multiplication,” *Computers*, vol. 10, no. 2, p. 17, Jan. 2021, doi: 10.3390/computers10020017.

[7] L.-K. Wang, M. J. Schulte, J. D. Thompson, and N. Jairam, “Hardware Designs for Decimal Floating-Point Addition and Related Operations,” *IEEE Transactions on Computers*, vol. 58, no. 3, pp. 322–335, Mar. 2009, doi: 10.1109/TC.2008.147.

[8] Á. Pereda Loriente, J. A. González-Calero, S. Tirado-Olivares, and J. del Olmo-Muñoz, “Enhancing mathematics performance in primary education: The impact of personalized learning on fractions and decimal numbers,” *Educ Inf Technol (Dordr)*, Feb. 2025, doi: 10.1007/s10639-025-13428-5.

[9] Z. Wu, K. Qiu, and J. Zhang, “A Smart Microcontroller Architecture for the Internet of Things,” *Sensors*, vol. 20, no. 7, p. 1821, Mar. 2020, doi: 10.3390/s20071821.

[10] F. H. Khan, M. A. Pasha, and S. Masud, “Advancements in Microprocessor Architecture for Ubiquitous AI—An Overview on History, Evolution, and Upcoming Challenges in AI Implementation,” *Micromachines (Basel)*, vol. 12, no. 6, p. 665, Jun. 2021, doi: 10.3390/mi12060665.