

# El Código Gray

Ednan Josué Merino Calderón<sup>[L00405925]</sup>

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE  
ejmerino@espe.edu.ec

---

## Abstract.

Este informe presenta una descripción general del código Gray, un sistema de numeración binario ideado por Frank Gray en 1947 en el que dos números consecutivos difieren en solo un dígito, y ha demostrado ser una herramienta útil en sistemas de comunicación modernos. El informe describe la propiedad única del código Gray que lo hace especialmente útil para la corrección de errores en la transmisión de información, y se discuten sus aplicaciones en diversas áreas, desde la televisión digital hasta la tecnología aeroespacial. A pesar de la complejidad que se le ha atribuido, el código Gray sigue siendo una herramienta fundamental en muchos sistemas de comunicación modernos. En este informe, se presentan tanto los aspectos técnicos como las aplicaciones del código Gray para proporcionar una comprensión completa de su funcionamiento y su importancia en la tecnología moderna.

---

El código Gray, también conocido como código binario reflejado, debe su nombre al científico Frank Gray, quien lo ideó con el objetivo de evitar señales erróneas en los interruptores electromecánicos. Este sistema de numeración binario es distinto al convencional en el sentido de que dos números sucesivos solo difieren en un dígito. En la actualidad, el código Gray se utiliza ampliamente en sistemas de comunicación, como algunos sistemas de televisión por cable y la televisión digital terrestre, con el fin de facilitar la corrección de errores. En 1947, Frank Gray, un investigador de Laboratorios Bell, patentó el código binario reflejado y le dio ese nombre basándose en su capacidad para ser construido a partir del código binario convencional por un "proceso reflejante". En aquel momento, Gray señaló que el código aún no tenía un nombre reconocido. Posteriormente, otros investigadores adoptaron el nombre "Gray" para referirse a este sistema de numeración. En 1953, se presentaron dos patentes que incluían el término "código de Gray" como nombre alternativo para el "código binario reflejado". Además, una de estas patentes lo describió como "código de error mínimo" y "código de permutación cíclica".



**Fig. 1.** Frank Gray

## 1 Definición del Código Gray

El código Gray surge naturalmente en muchas situaciones. El interés de Gray en el código estaba relacionado con lo que ahora llamaríamos conversión analógica a digital. El objetivo era convertir un valor entero, representado como voltaje, en una serie de pulsos que representen el mismo número en forma digital. La técnica, descrita en la patente de Gray, consistía en usar el voltaje que se estaba convirtiendo para desplazar verticalmente un haz de electrones que se barría horizontalmente en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. La pantalla tiene una máscara grabada en ella que solo permite el paso del haz en ciertos lugares; se genera una corriente solo cuando el haz pasa a través de la máscara. El paso del haz dará lugar a una serie de condiciones de encendido/apagado correspondientes al patrón de agujeros de la máscara por los que pasa. [1]

De un valor en código Gray al siguiente solo hay un cambio de un bit, como puede apreciarse en la siguiente tabla.

DECIMAL	BCD	GRAY 2 BITS	GRAY 3 BITS	GRAY 4 BITS
0	0000	00	000	0000
1	0001	01	001	0001
2	0010	11	011	0011
3	0011	10	010	0010
4	0100		110	0110
5	0101		111	0111
6	0110		101	0101
7	0111		100	0100
8	1000			1100
9	1001			1101
10	1010			1111
11	1011			1110
12	1100			1010
13	1101			1011
14	1110			1001
15	1111			1000

Fig. 2. Tabla código Gray

Se evidencia que el código Gray exhibe un comportamiento cíclico, ya que al alcanzar el valor máximo, es posible regresar al inicio mediante un único cambio de bit.

1	+	1	=	0
1	+	0	=	1
0	+	0	=	0

**Table 1.** Reglas

El código Gray fue originalmente concebido con el propósito de prevenir la generación de señales falsas o corruptas en los relés utilizados en las primeras computadoras. En la actualidad, su utilización se extiende a la facilitación de la corrección de errores en sistemas de comunicaciones, como ciertos sistemas de televisión por cable y la televisión digital terrestre.

En el ámbito de la robótica, el código Gray se emplea principalmente en sistemas de posicionamiento, ya sean angulares o lineales, a través del uso de discos codificados. Estas aplicaciones se encuentran ampliamente difundidas en la industria y en el ámbito de la robótica. La información de posición relativa a un eje específico se presenta en formato de código Gray. [2]

No se puede dejar de mencionar una aplicación adicional relevante en los diagramas de Karnaugh, donde el código Gray se utiliza para simplificar funciones lógicas.

## 2 Conversión de Binario a Gray

Para convertir entre Binario y Gray, basta con seguir uno de estos algoritmos, según proceda.

1. Fijar el primer dígito como "1" y mantenerlo sin cambios.
2. Tomar los dígitos binarios restantes en parejas, comenzando desde la izquierda.
3. Sumar cada par de dígitos sin considerar los acarreo. Aplicar las siguientes reglas:
4. Utilizar una puerta XOR para realizar las sumas mencionadas en el paso anterior.
5. Colocar el resultado de cada suma a continuación del "1" inicial.
6. Repite los pasos 2 a 5 hasta que no haya más parejas de dígitos binarios disponibles para sumar.

## 3 Conversión de Gray a Binario

1. Poner el "1" inicial.
2. Sumar (sin llevada, es decir, con la suma XOR) la (n-1)-ésima cifra Gray a la n-ésima binaria y la ponemos como (n-1)-ésima cifra del número binario ya convertido.
3. Repetir hasta acabar con todas las cifras.

## References

1. R. W. Doran, “The gray code,” tech. rep., Department of Computer Science, The University of Auckland, New Zealand, 2007.
2. A. Micelti, “Código gray.” [Sitio web], Fecha de acceso: 15 de mayo de 2023. Disponible en: [https://angelmicelti.github.io/4ES0/EDI/cdigo\\_gray.html](https://angelmicelti.github.io/4ES0/EDI/cdigo_gray.html).