

**Trabajo Laboratorio** : Sistemas Multimedia- Audio I - (MP3)

El algoritmo de codificación MP3 se divide en varias partes, una de las cuales consiste en aplicar la FFT (fast Fourier transform) a señales de audio de 1024 muestras.

Es por ello de interés conocer en profundidad en qué consiste la transformada de Fourier en su forma compleja (amplitud y fase).

Realiza las siguientes tareas:

1. En Excel, calcula la transformada discreta de Fourier de una señal (8 muestras, suma 2 cosenos y 2 senos) en su forma compleja.
2. A mano, calcula dos de los términos correspondientes a su espectro, por ejemplo  $X(2)$  y  $X(6)$ .
3. Gráficamente, a mano, calcular  $X(2)$  utilizando el siguiente diagrama FFT, (adjunta en el documento la foto de tu cálculo).

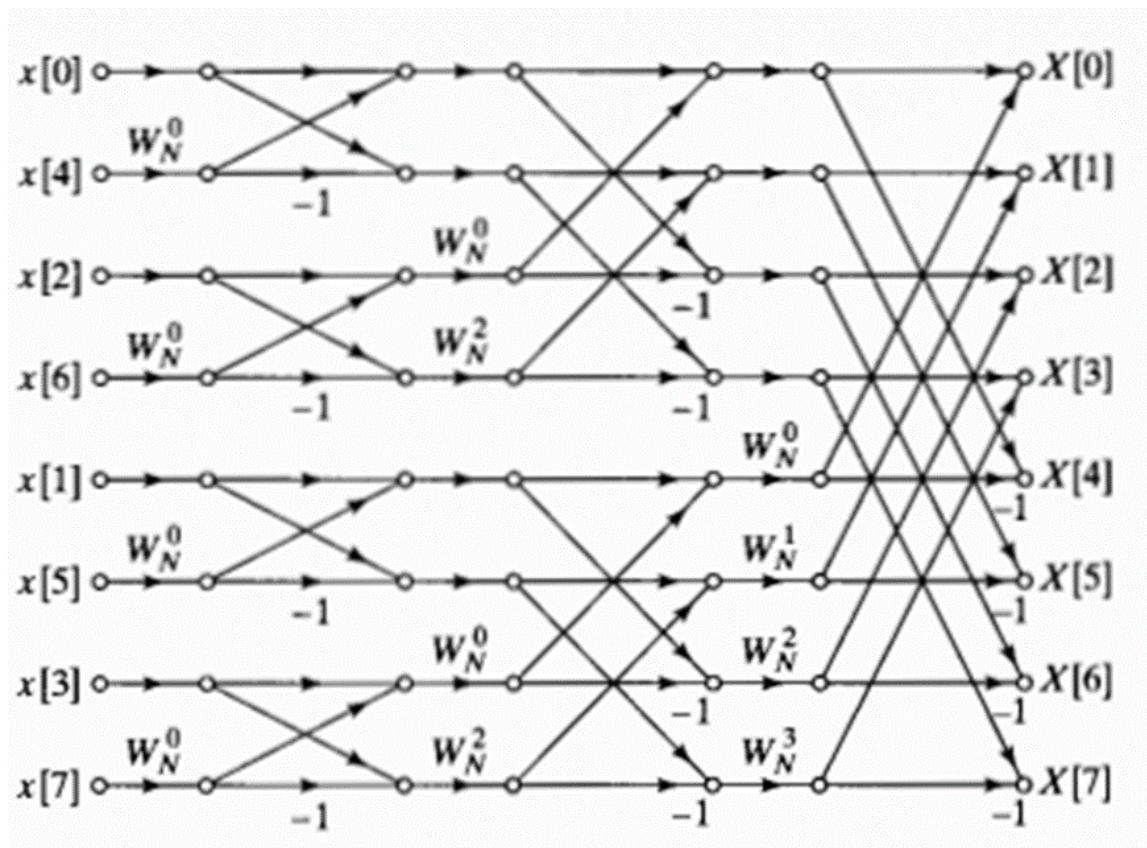


Figura1.



$$\begin{aligned}
 X_6 &= X_0 \cdot \omega^0 + X_1 \cdot \omega^6 + X_2 \cdot \omega^4 + X_3 \cdot \omega^2 + X_4 \cdot \omega^0 + X_5 \cdot \omega^6 + X_6 \cdot \omega^4 + X_7 \cdot \omega^2 \\
 X_6 &= 3 \cdot 1 + 2,83 \cdot i + 1 \cdot (-1) + 7,07 \cdot (-i) + (-3) \cdot 1 + (-2,83) \cdot j + (-1) \cdot (-1) + (7,07) \cdot (-i) \\
 X_6 &= 3 + 2,83i - 1 - 7,07i - 3 - 2,83i + 1 + 7,07i \\
 X_6 &= 0
 \end{aligned}$$

Breve descripción:

Para realizar el cálculo manualmente de la Transformada Discreta de Fourier de una señal, se debe aplicar la fórmula general de la DFT para cada uno. La DFT se calcula con la expresión que aparece en pantalla donde N es el número de muestra, X de n es el valor de la señal en el tiempo N, K es el índice de frecuencia y donde W es el factor de rotación de la DFT.

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot W^{k \cdot n}$$

Para cada término, se realiza la suma completa multiplicando cada valor de la señal por el factor exponencial complejo correspondiente y sumando los resultados. Finalmente, los resultados se obtienen en forma compleja. Se observa que coincide con lo obtenido en Excel.

---

**Tarea 3:** Gráficamente, a mano, calcular X(2) utilizando el siguiente diagrama FFT- Figura1- , (adjunta en el documento, la foto de tu cálculo).

Screenshot 3:

$$\begin{aligned}
 X_2 &= X_0 + X_4 \cdot \omega^0 + X_2 \cdot \omega^0 \cdot (-1) + X_6 \cdot \omega^0 \cdot \omega^0 \cdot (-1) + X_1 \cdot \omega^2 + X_5 \cdot \omega^0 \cdot \omega^2 + X_3 \cdot \omega^0 \cdot (-1) \cdot \omega^2 + X_7 \cdot \omega^0 \cdot \omega^0 \cdot (-1) \cdot \omega^2 \\
 X_2 &= 3 + (-3) \cdot 1 + 1 \cdot 1 \cdot (-1) + (-1) \cdot 1 \cdot 1 \cdot (-1) + 2,83 \cdot (-i) + (-2,83) \cdot 1 \cdot (-i) + 7,07 \cdot 1 \cdot (-1) \cdot (-i) + (-7,07) \cdot 1 \cdot 1 \cdot (-1) \\
 X_2 &= 3 - 3 - 1 + 1 - 2,83i + 2,83i + 7,07i - 7,07i \\
 X_2 &= 0
 \end{aligned}$$

Breve descripción:

Para hacer el cálculo gráficamente utilizando el diagrama FFT, se debe seguir el flujo de operaciones indicado en el esquema del diagrama. Cada par de valores se combina mediante sumas y restas en el diagrama, que representan las etapas de la FFT. Estas combinaciones se multiplican por los factores complejos correspondientes, que incluyen las frecuencias y fases de cada par. Al avanzar por cada nivel del diagrama, se obtiene progresivamente el valor final en su forma compleja.