

# Análisis de Factibilidad de Implementación de algoritmo FDBP en QC

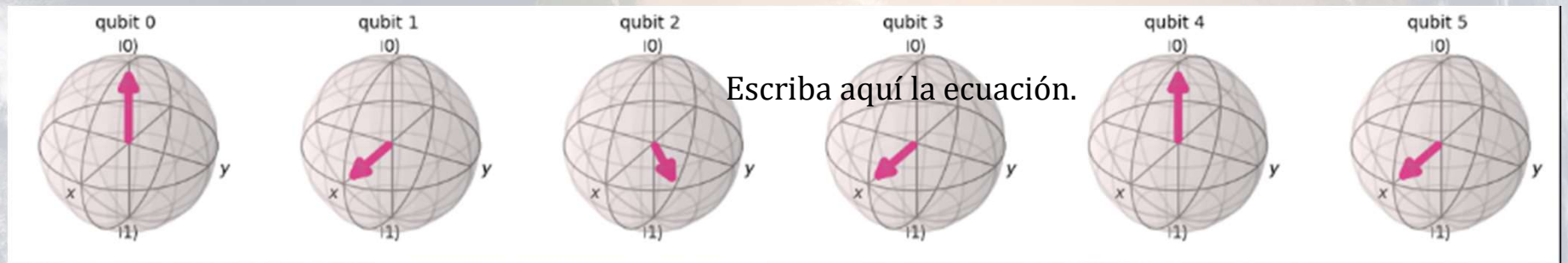
**Ing. Esp. Martin Paura Bersan**



**Ing. Esp. Martin Paura Bersan**

- **Ingeniero Electrónico/Sistemas Embebidos-Procesamiento de Señales**
- **Director Adjunto del Departamento de Sistemas Digitales y Datos - ITBA**
- **Líder de Proyectos de IyD en Eletropatagónia S.A.**
- **Ing. Especialista implementación sobre FPGA del Proyecto FOCUS**

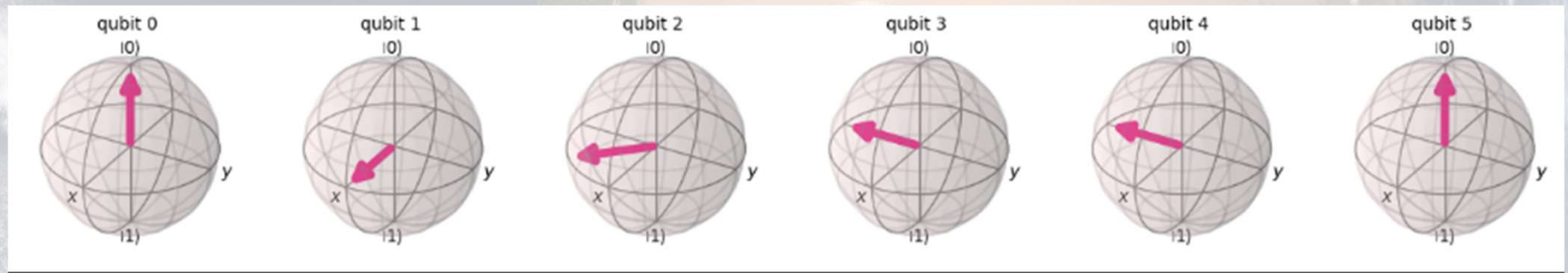
# Breve introducción de Principio Aplicado (Producto de números complejos)



Señal de Recepción Coincide con Tiempo de Propagación

$$Z = e^{J\alpha} \times e^{-j\beta}$$

# Breve introducción de Principio Aplicado (Producto de números complejos)

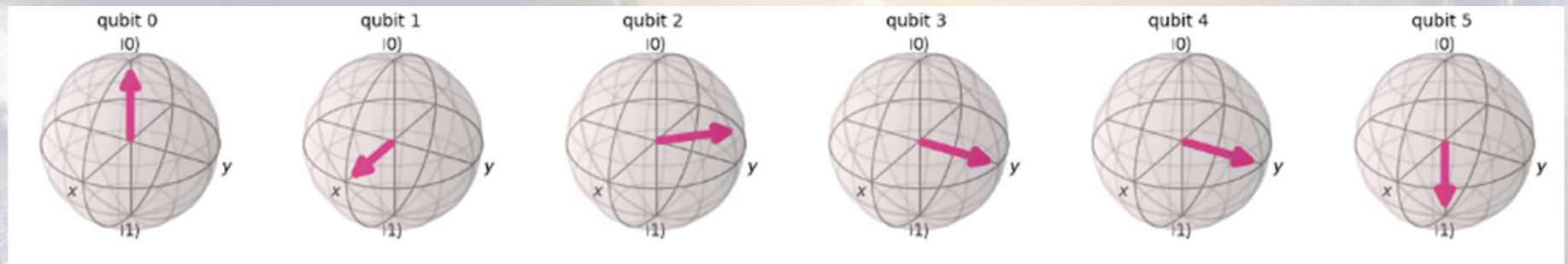


Señal de Recepción Contrafase con Tiempo de Propagación

$$Z = e^{J\alpha} \times e^{-j\beta}$$



# Breve introducción de Principio Aplicado (Producto de números complejos)



Señal de Recepción Contrafase con Tiempo de Propagación

$$Z = e^{J\alpha} \times e^{-j\beta}$$

## Descripción técnica - conceptual

- Implementación de sistema de radar de apertura sintética.



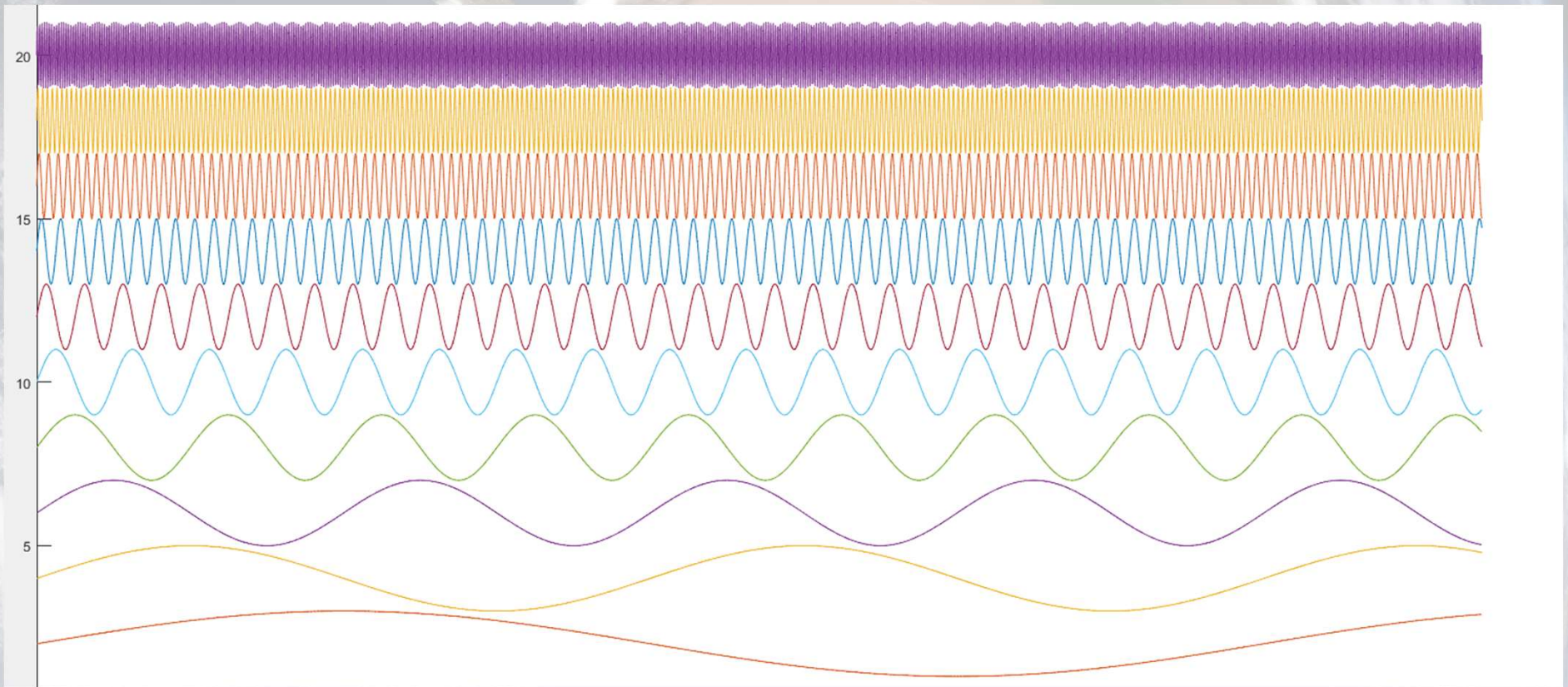
FIGURA 1.2. Proceso de emisión y sensado para obtener información SAR [2].

ICEYE. Product documentation.

<https://sar.iceye.com/5.0/OverviewOfSAR/remarkableStory>

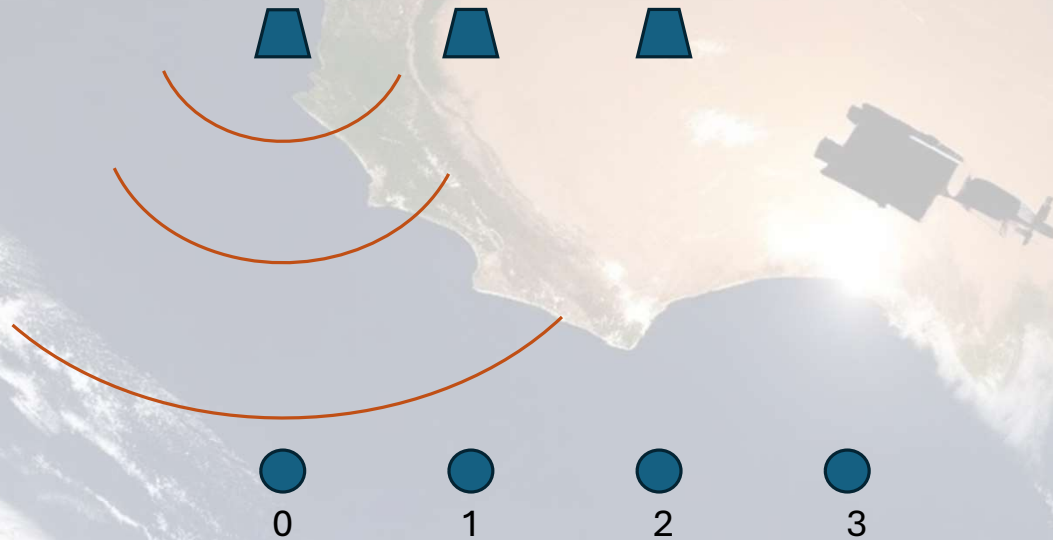
Dic. de 2022.

# Descripción técnica - conceptual



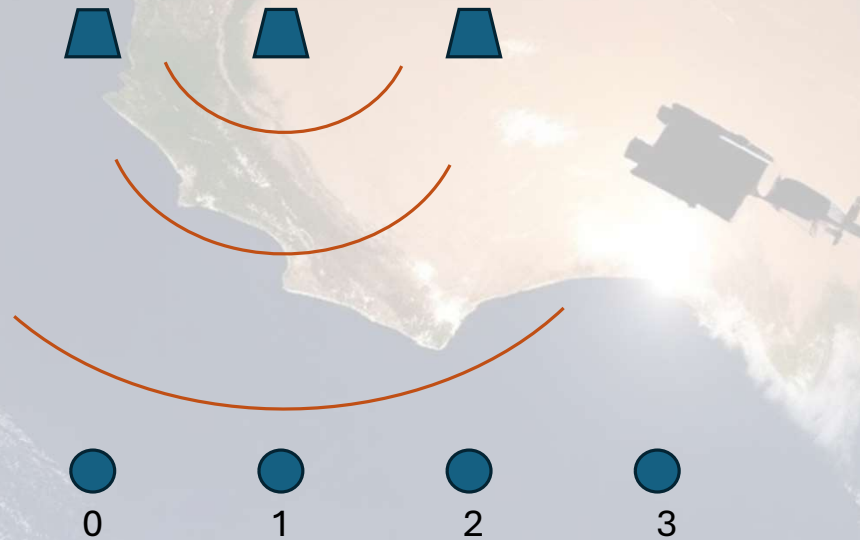


# Descripción técnica - conceptual





## Descripción técnica - conceptual



# Descripción técnica - conceptual

“K” Posiciones de emisiones de Pulsos



“F” Frecuencias Distintas de Emisión



0



1



2



3

“N” Puntos en la Grilla

## Ecuaciones Principales FDBP

$$I_n = \frac{1}{N_f N_p} \sum_k R_{n,k}^2 F_n^{(k)}$$

$$F_n^{(k)} = \sum_i S_{k,i} e^{j \frac{4\pi f_i}{c} (R_{n,k} - R_o)}$$

## Implementación Ecuación 2 FDBP

$$F_n^{(k)} = \sum_i S_{k,i} e^{j \frac{4\pi f_i}{c} (R_{n,k} - R_o)}$$

```
def Calc_Fn(DimF, Sfk, Rnfk):  
    PtoGri, Frec, PtoDisp = Rnfk.shape  
    qc = QuantumCircuit(2*Frec*PtoDisp*PtoGri)  
    for n in range(PtoGri):  
        for k in range(PtoDisp):  
            for f in range(Frec):  
                QbitReal = 2*f + 2*k*Frec + 2*n*Frec*PtoDisp  
                QbitImag = 2*f + 2*k*Frec + 2*n*Frec*PtoDisp + 1  
                qc.h(QbitReal)  
                qc.rz(Sfk[f,k], QbitReal)  
                qc.rz(-Rnfk[n,f,k], QbitReal)  
                qc.ry(-3.14159/2, QbitReal)  
                qc.h(QbitImag)  
                qc.rz(Sfk[f,k], QbitImag)  
                qc.rz(-Rnfk[n,f,k], QbitImag)  
                qc.rx(-3.14159/2, QbitImag)  
    return qc
```

Assembly Cuántico

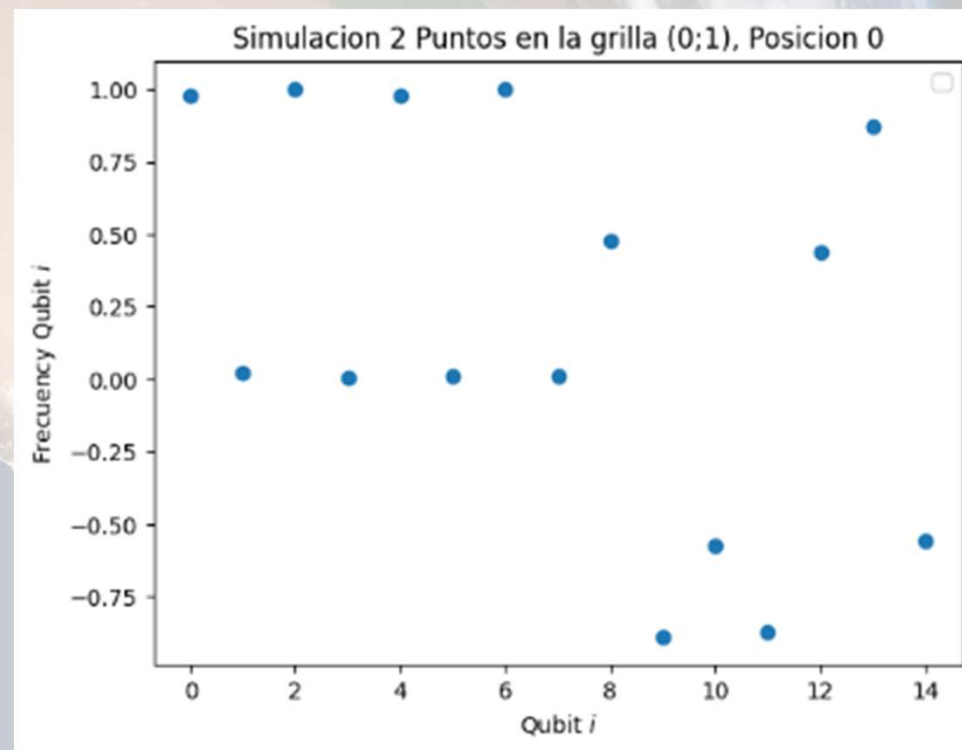


# Ejemplo 1



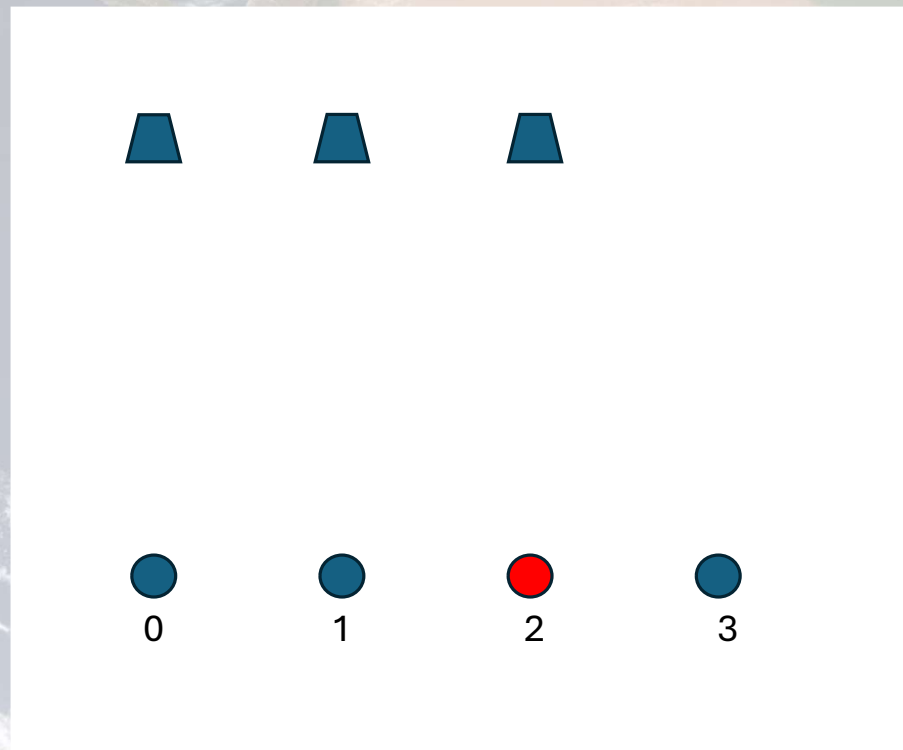
0

1



## Ejemplo 2 (96 qubits)

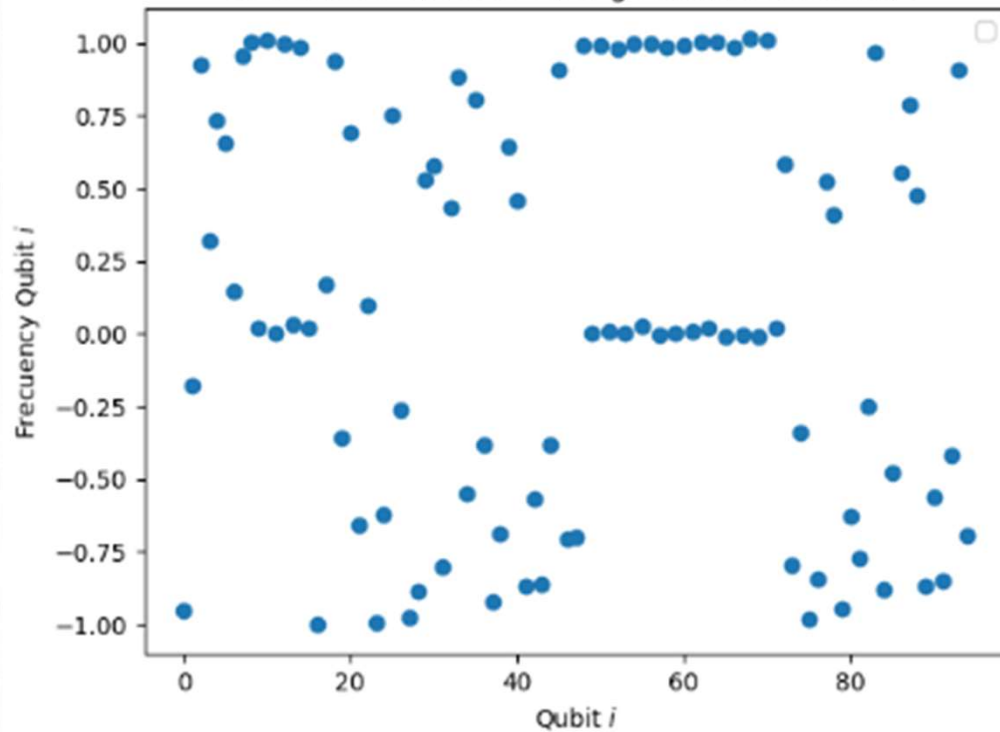
$K = 3$   
 $N = 4$   
 $F = 4$   
 $D = 1$   
 $\Delta = 1$



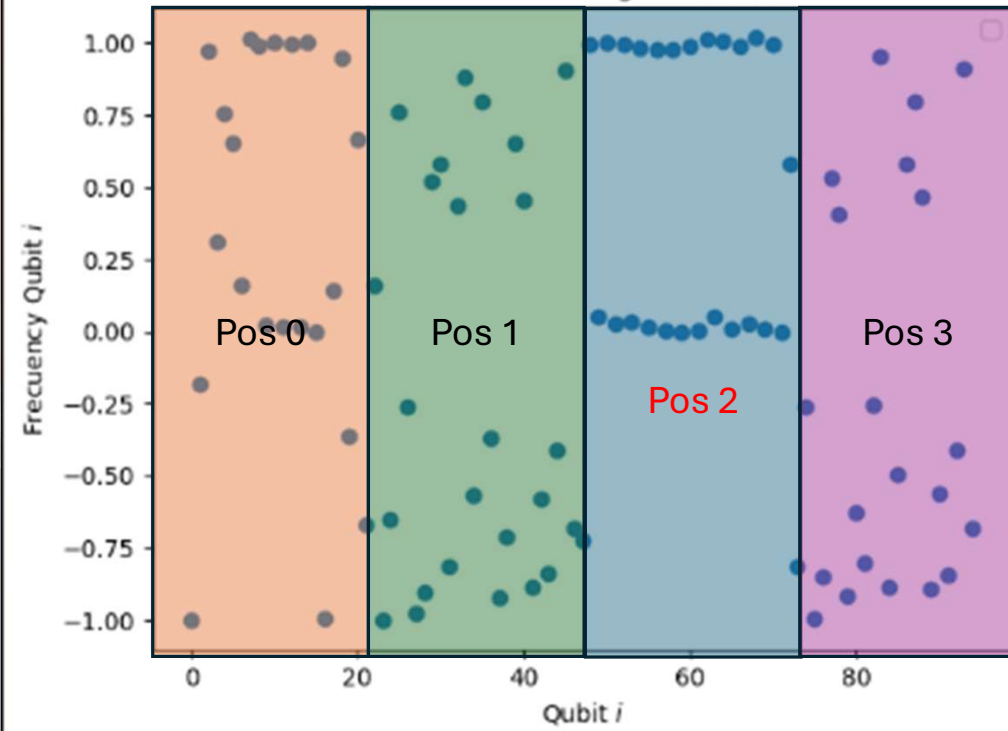
$q_0$	H	$R_z$ 1.35	$R_z$ -0.628	$R_y$ -1.57
$q_1$	H	$R_z$ 1.35	$R_z$ -0.628	$R_x$ -1.57
$q_2$	H	$R_z$ 2.7	$R_z$ -1.26	$R_y$ -1.57
$q_3$	H	$R_z$ 2.7	$R_z$ -1.26	$R_x$ -1.57
$q_4$	H	$R_z$ 5.4	$R_z$ -2.51	$R_y$ -1.57
$q_5$	H	$R_z$ 5.4	$R_z$ -2.51	$R_x$ -1.57
$q_6$	H	$R_z$ 10.8	$R_z$ -5.03	$R_y$ -1.57
$q_7$	H	$R_z$ 10.8	$R_z$ -5.03	$R_x$ -1.57
$q_8$	H	$R_z$ 0.845	$R_z$ -0.889	$R_y$ -1.57
$q_9$	H	$R_z$ 0.845	$R_z$ -0.889	$R_x$ -1.57
$q_{10}$	H	$R_z$ 1.69	$R_z$ -1.78	$R_y$ -1.57
$q_{11}$	H	$R_z$ 1.69	$R_z$ -1.78	$R_x$ -1.57
$q_{12}$	H	$R_z$ 3.38	$R_z$ -3.55	$R_y$ -1.57
$q_{13}$	H	$R_z$ 3.38	$R_z$ -3.55	$R_x$ -1.57
$q_{14}$	H	$R_z$ 6.76	$R_z$ -7.11	$R_y$ -1.57
$q_{15}$	H	$R_z$ 6.76	$R_z$ -7.11	$R_x$ -1.57

## Ejemplo 2 (96 qubits)

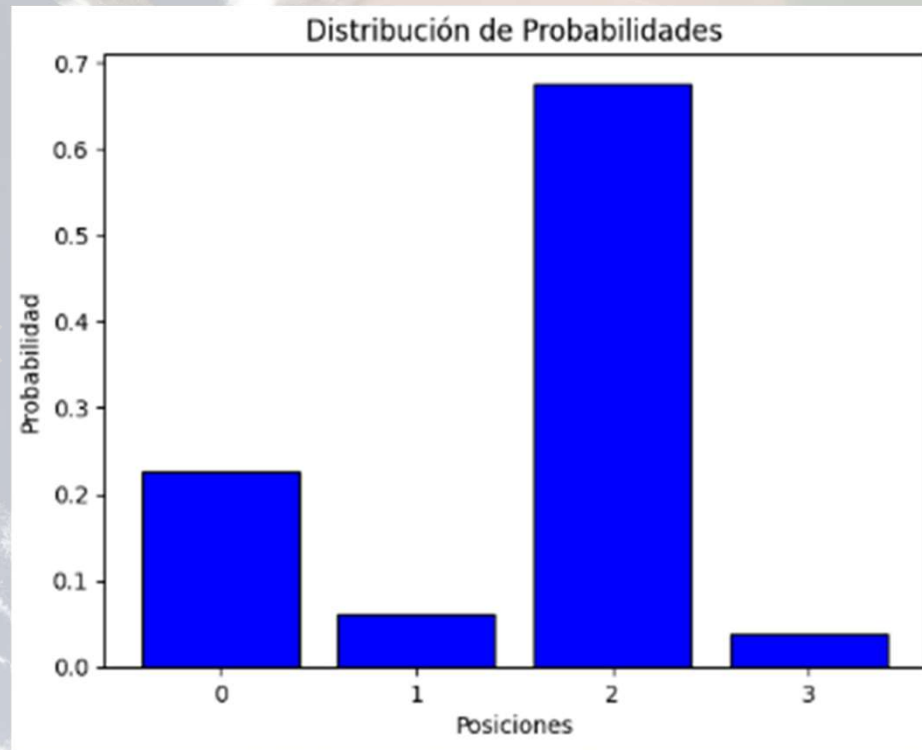
Simulacion 4 Puntos en la grilla (0;3), Posicion 2



Simulacion 4 Puntos en la grilla (0;3), Posicion 2

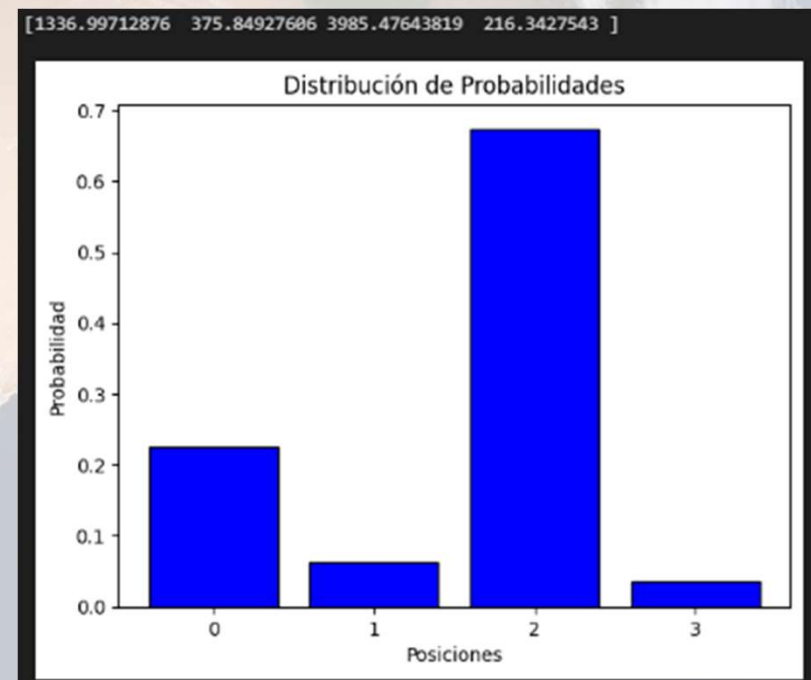
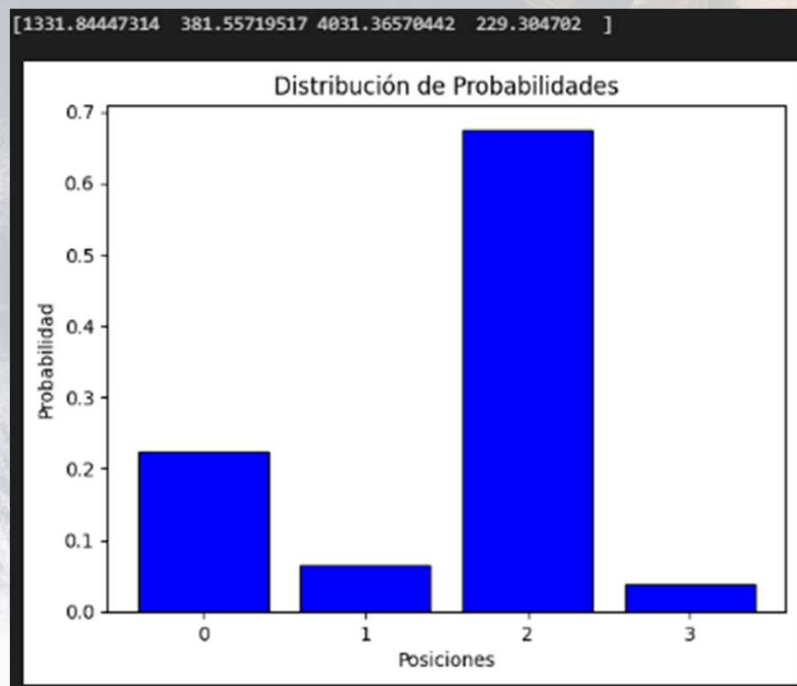


## Ejemplo 2 (96 qubits)-Continuación

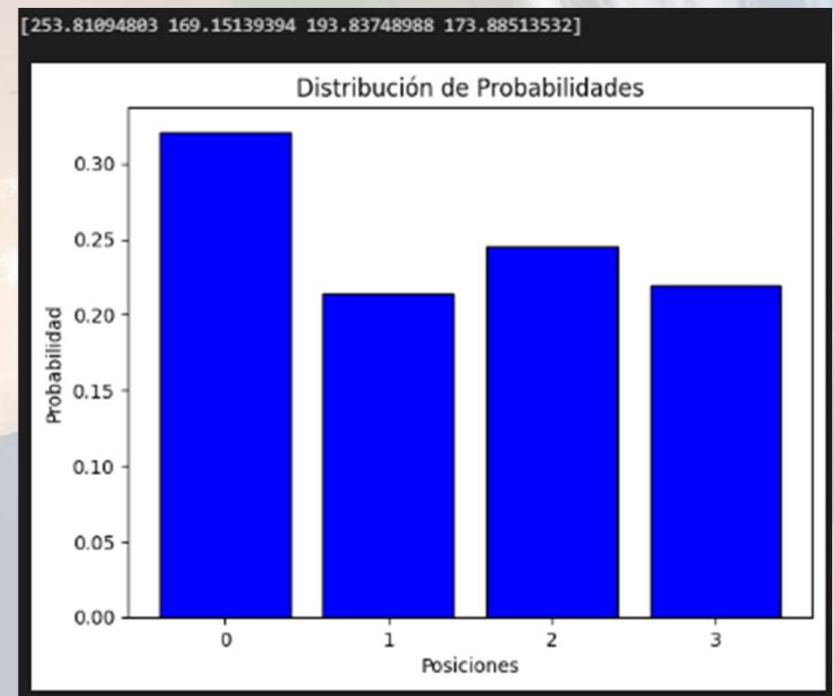
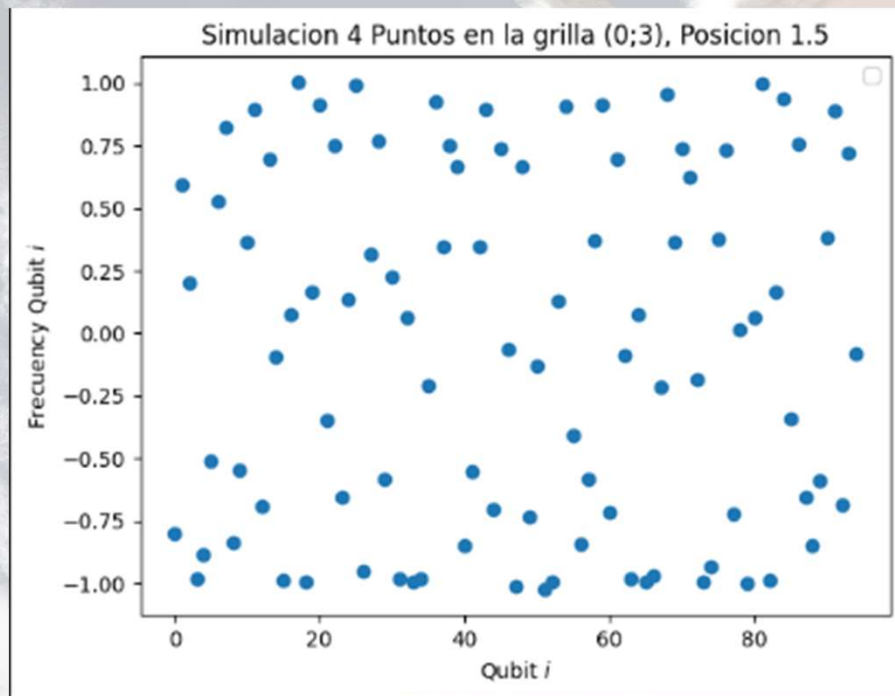




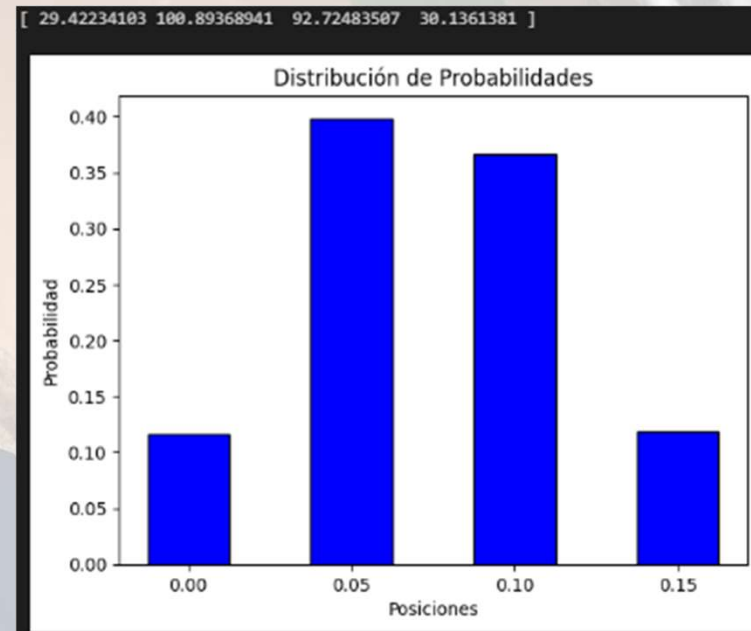
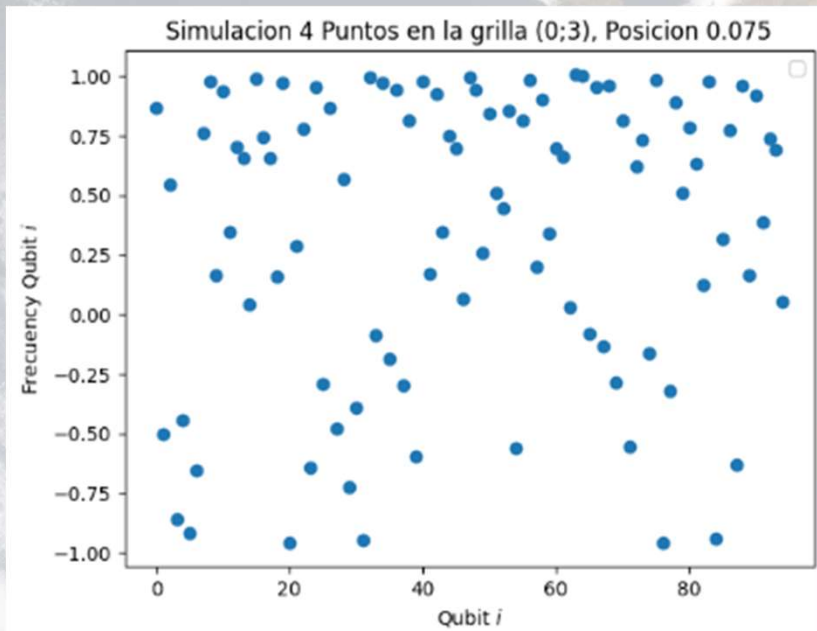
## Ejemplo 2 (Otras Corridas)



## Ejemplo 2 otra posición con bajo BW

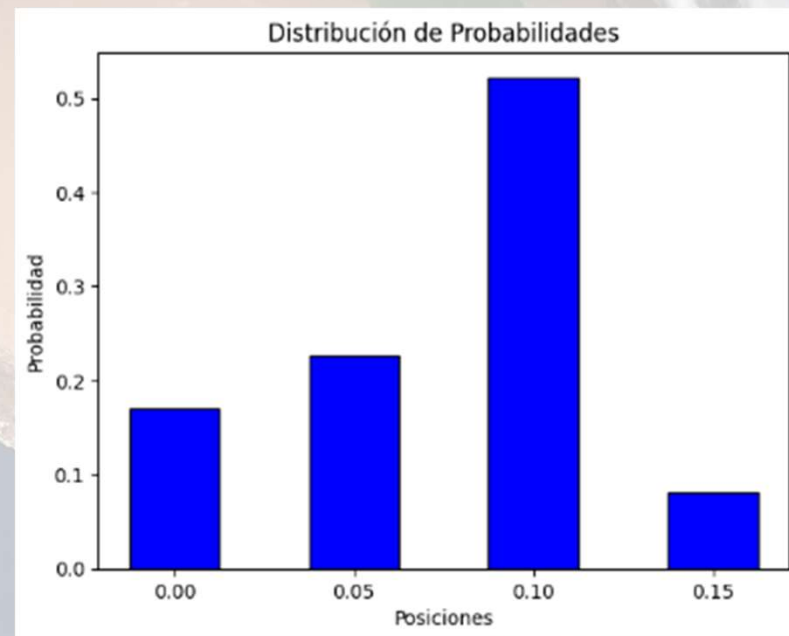
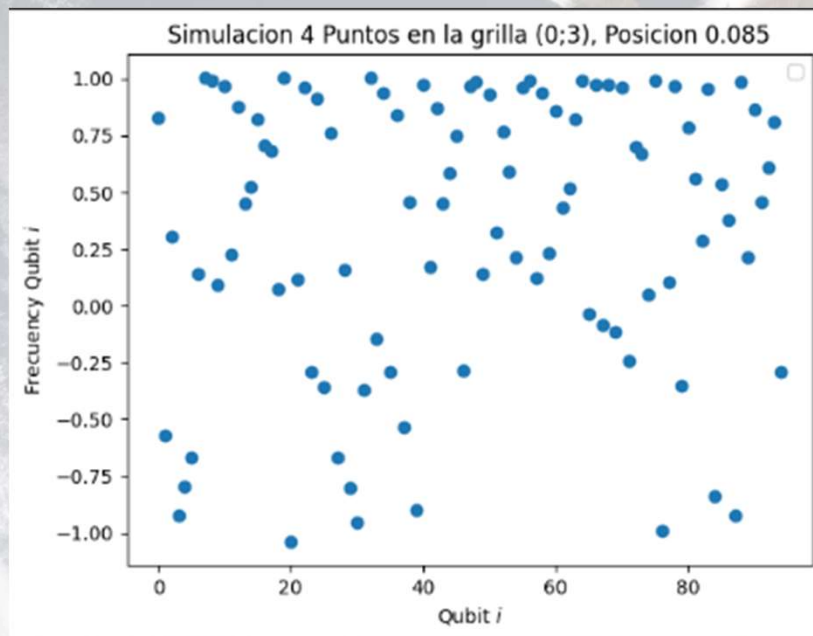


## Ejemplo 3 Menor distancia (Mejora BW)



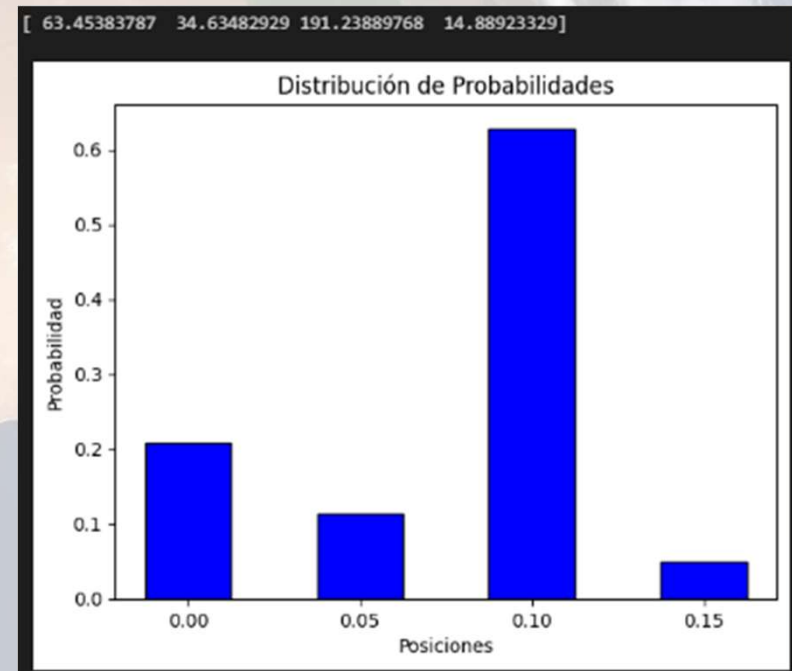
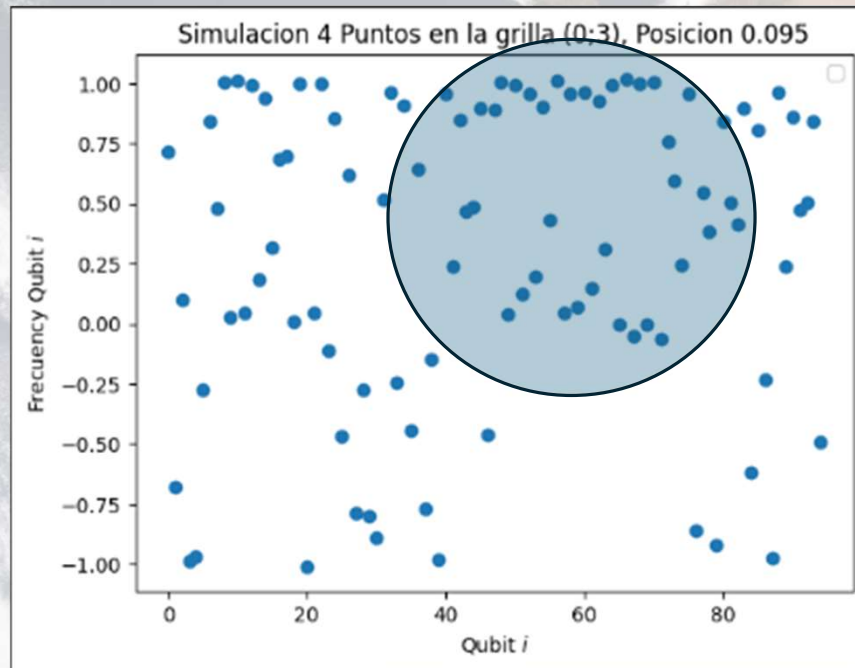
Corrida 3.95 complejo

## Acercando a la posición $X=0.10$

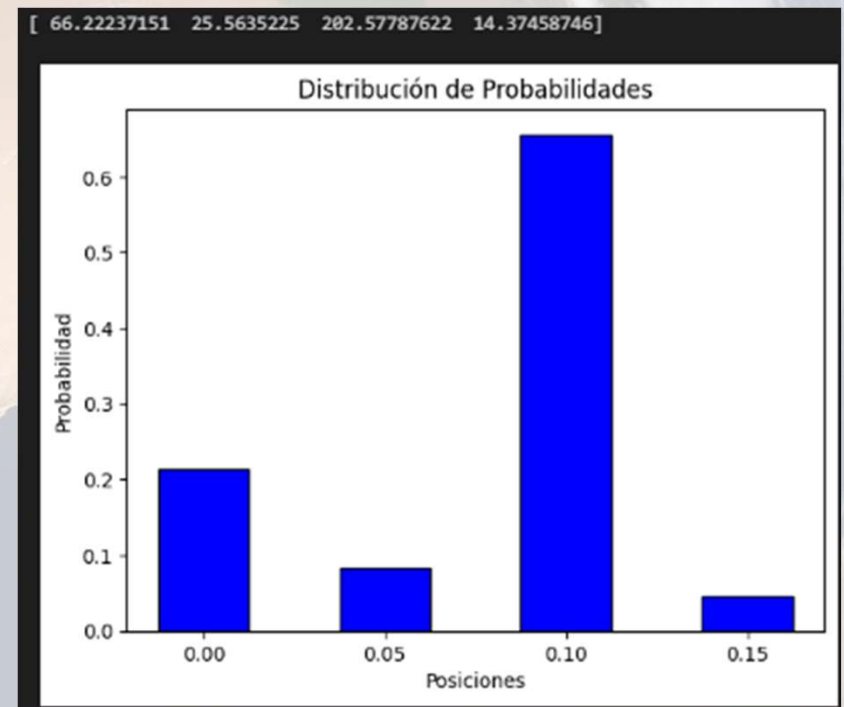
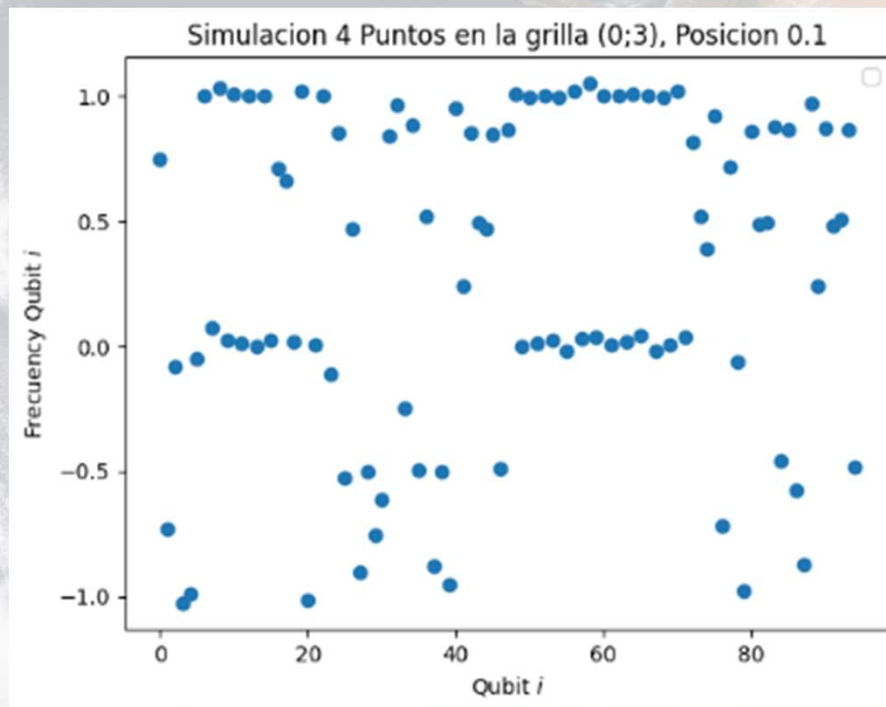




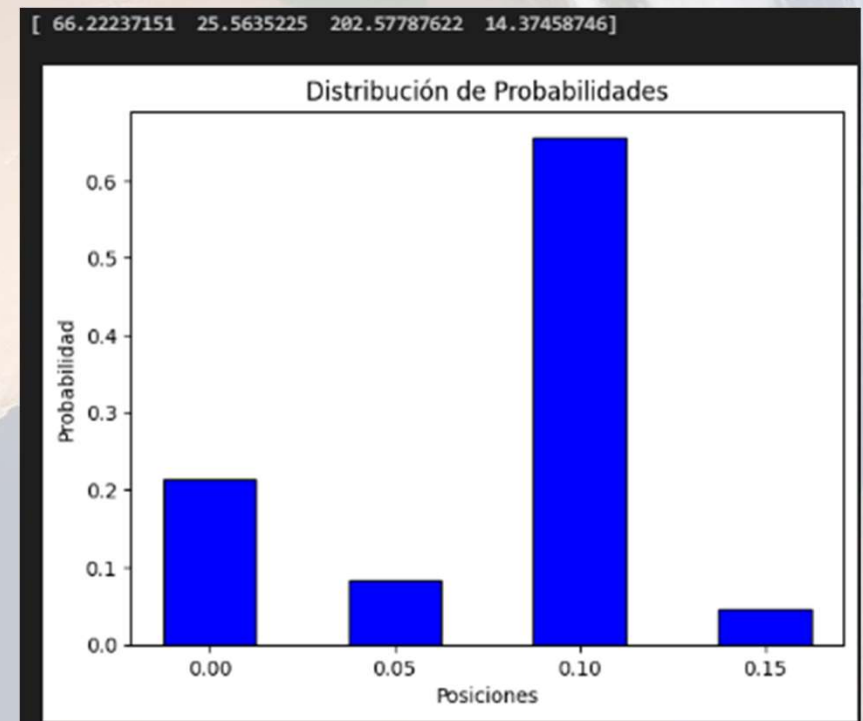
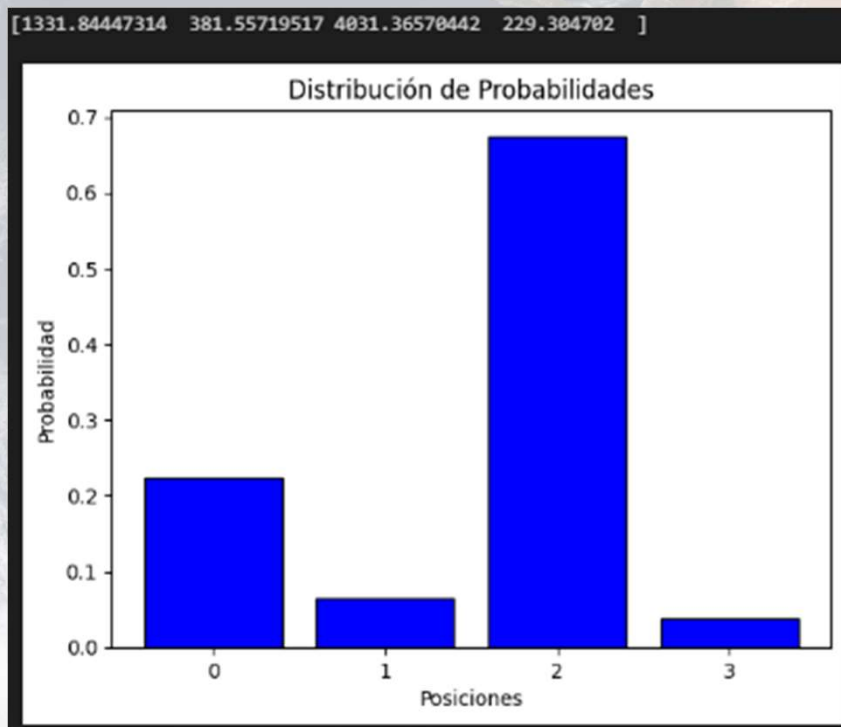
# Mas Cerca...



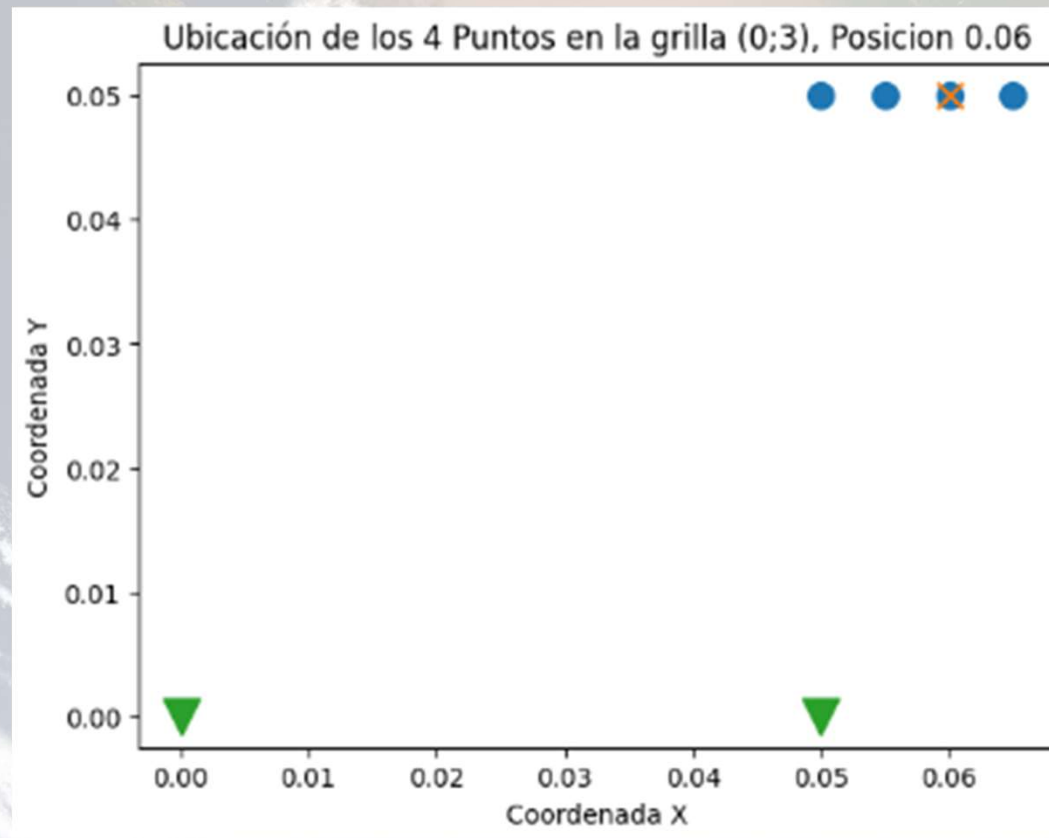
# Llegamos



# Comparación

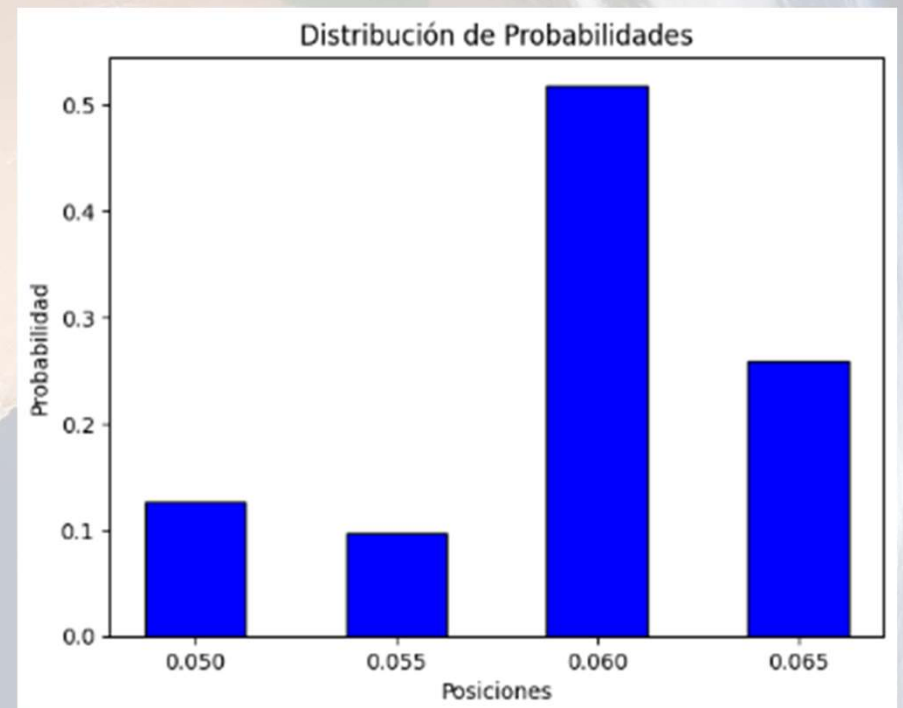
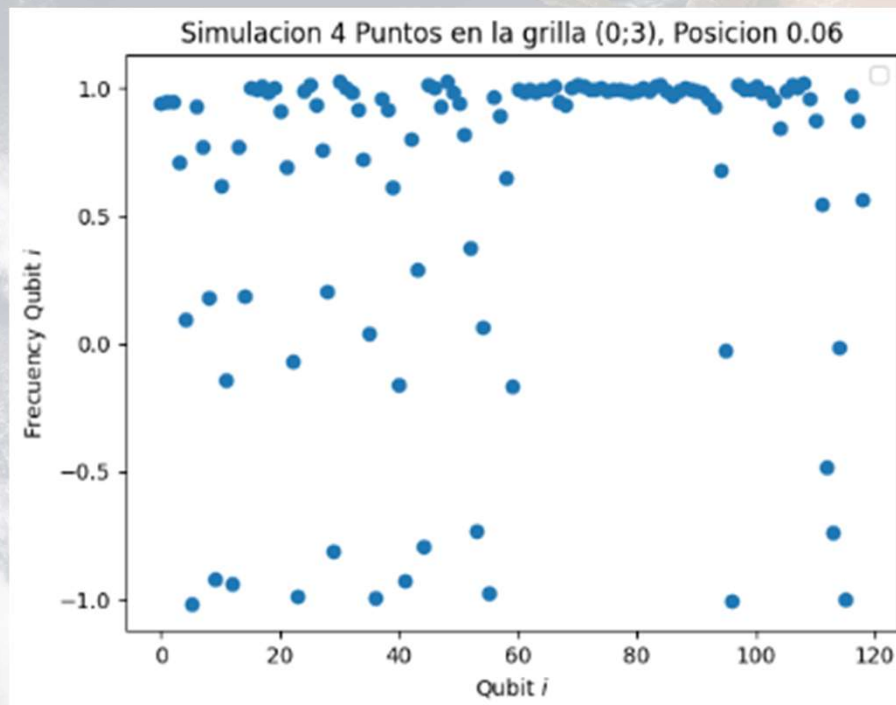


## Ejemplo 4

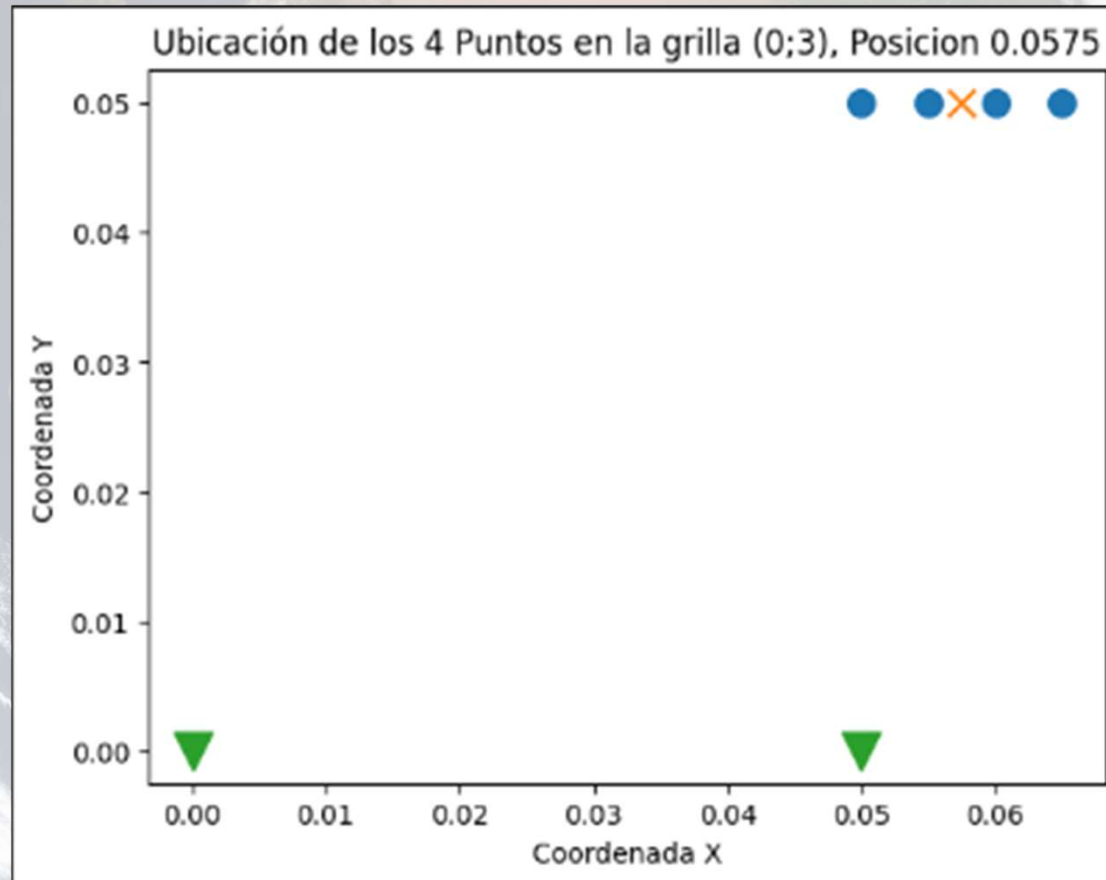




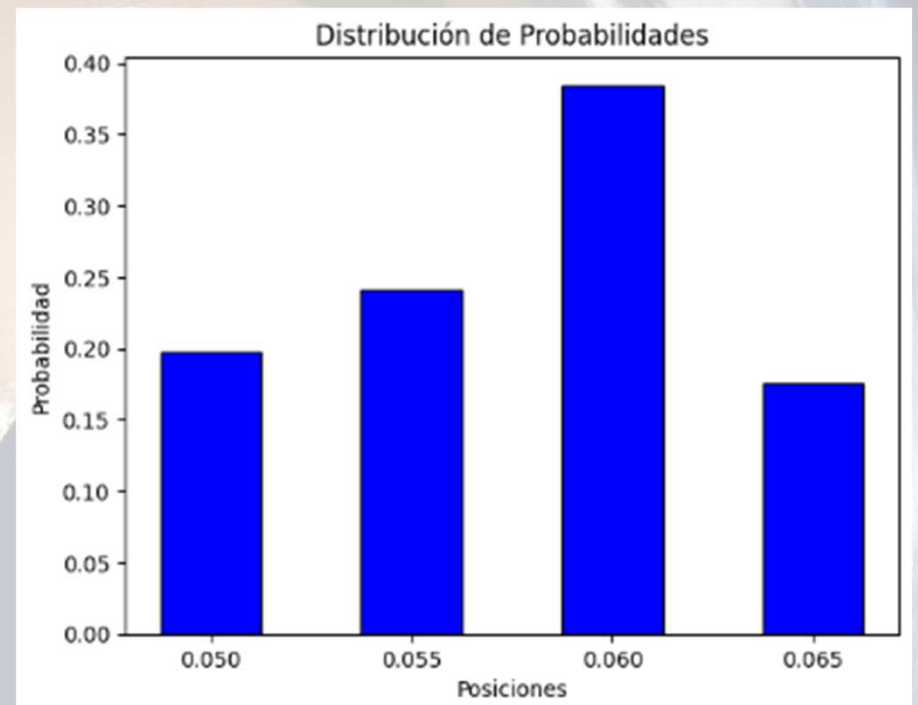
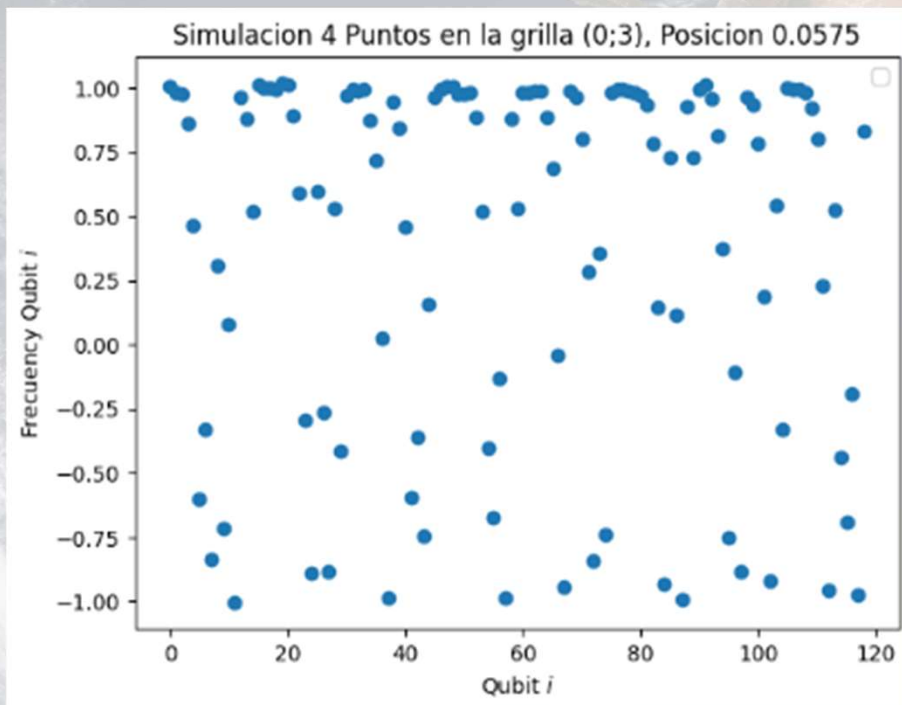
## Ejemplo 4



## Ejemplo 5




## Ejemplo 5



## Como sigue...

- Verificar ecuaciones para Implementación en el formato propuesto.
- Realizar análisis de precisión y errores de propagación.
- Analizar la factibilidad de desarrollo por etapas para incrementar la cantidad de Qbits (muestras).
- Ensayos para confirmar tiempos de ejecución y realizar análisis comparativo con sistemas clásicos.



A satellite image of Earth from space, showing the continent of Africa and the surrounding Atlantic Ocean. The image is slightly faded to allow text to be read. A small satellite is visible in the upper right portion of the frame.

# Las preguntas... En el workshop.

<https://github.com/martinpaurabe/PracticaQC.git>

A satellite view of Earth showing the Americas. A satellite is visible in orbit over the Atlantic Ocean. The text "MUCHAS GRACIAS" is overlaid in the center.

**MUCHAS GRACIAS**