ψ_0 ... ψ_1 ... ψ_2 ... ψ_3

מחשב את ערך מאומי

$$\psi_0 = |01\rangle$$

$$\psi_1 = \frac{1}{2}(|0\rangle + |1\rangle)(|0\rangle - |1\rangle) = \frac{1}{2}(|0\rangle(|0\rangle-|1\rangle) + |1\rangle(|0\rangle-|1\rangle)) = \frac{1}{2}(|0\rangle(|0\rangle-|1\rangle)+|1\rangle(|0\rangle-|1\rangle))$$

$$\psi_2 = \frac{1}{2}\left(|0\rangle(|f(0)\oplus 0\rangle - |f(0)\oplus 1\rangle) + |1\rangle(|f(1)\oplus 0\rangle - |f(1)\oplus 1\rangle)\right) = \ldots$$

$$= \begin{cases} \pm\frac{1}{2}(|0\rangle + |1\rangle)(|0\rangle - |1\rangle) & f(0) = f(1) \\ \pm\frac{1}{2}(|0\rangle - |1\rangle)(|0\rangle - |1\rangle) & f(0) \neq f(1) \end{cases}$$

... כאן אפשר לראות שכאשר הקלט ... C ... רגיסטר הפלט נשאר זהה $|+\rangle$ ...
... ואילו כאשר זהים, הרגיסטר הפלט הוא $|-\rangle$ במצב מסוים.

- ... כלומר הפעלת U_f על הקלט ... Y, ...
  ... X ... $Y\oplus f(X)$ ...
  כיצד הפעולת U_f על רגיסטרי הקלט X ... ?

  ... $|X\rangle$ ו- $|Y\rangle$ ... $Y\oplus f(X)$ ...
  ... Y ו- X ... U_f ...

$N \sim 2^n$ ... $2^2 - N$ ... $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\0\\0\\1\end{pmatrix}\right)$ ...

... $e \cdot |X\rangle = \begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}$ ... $\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}\begin{pmatrix}c\\d\end{pmatrix}$ ...

... $\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}\begin{pmatrix}c\\d\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}ac\\ad\\bc\\bd\end{pmatrix}$ ... f ...

... $\begin{pmatrix}c\\f\end{pmatrix}$ ... $\to \begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}$ ... $\to \begin{pmatrix}c\\f\end{pmatrix}$ ...

$$\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}\begin{pmatrix}c\\f\end{pmatrix} \xrightarrow{f} \begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}\begin{pmatrix}c\\f\end{pmatrix}$$

... f ... 2^4 ... $\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}$ ...

$|x\rangle|y\oplus f(x)\rangle$ (כמו קודם) $\to$ $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ ... $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ ...

... $\begin{pmatrix} ac \\ ad \\ bc \\ bd \end{pmatrix}$ ... U_f ...

$\begin{pmatrix} ac \\ ad \\ bc \\ bd \end{pmatrix}$ ... $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}\begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix}$ ...

$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix}$ ... $\begin{pmatrix} k \\ l \end{pmatrix}\begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ? \\ ? \\ ? \end{pmatrix}$

... $\overbrace{|\psi_2\rangle}$ ... U_f

$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}\begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix}$ ... $(|0\rangle - f(1))$

$|+\rangle = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ ... $|x\rangle$ ...

$|-\rangle = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ ... $(|0\rangle \ne f(1))$ ...

... $|x\rangle \in \mathbb{C}^{2^n}$, $|y\rangle \in \mathbb{C}^2$ ...

ψ_1 ... $|x\,y\rangle$ ...

U_f ... $\begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_{2^{n+1}} \end{pmatrix} \in \mathbb{C}^{2^{n+1}}$ ...

... $|+\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_{2^n} \end{pmatrix}$ ... $|+\rangle$ או $|-\rangle$ ...

H_n ... $\begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_{2^n} \end{pmatrix}$ ...

שאלה $|+\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$ ... H_n ...

... $\frac{2^n}{2} = 2^{n-1}$ (אי זוגי) (-1) ... $\frac{2^n}{2} = 2^{n-1}$ ...

$|0\rangle \;-\!/^n\!-[H]\!-/^n\!-\;\boxed{\begin{array}{c}X\\ U_f \\ Y\end{array}}\!-/^n\!-[H]\!-/^n\!-[M]$

$|1\rangle \;-[H]\!-\;Y\;-\;y\oplus f(x)$

$\psi_0 \qquad \psi_1 \qquad \psi_2 \qquad \psi_3$

$\psi_0 = |0\rangle^{\otimes n}|1\rangle$
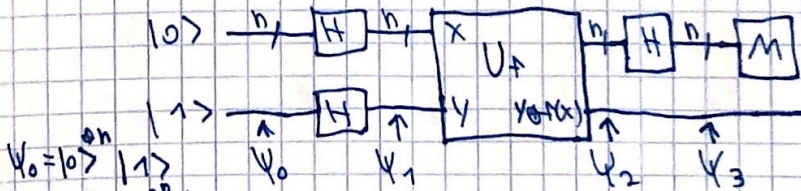
$\psi_1 = \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_{x=0}^{2^n-1} |x\rangle\,(|0\rangle - |1\rangle)$

$\psi_2 = \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_{x=0}^{2^n-1} (-1)^{f(x)} |x\rangle\,(|0\rangle - |1\rangle)$

$\begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_{2^n} \end{pmatrix} = |+\rangle$ או $|-\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$ או $-1\begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$

... (-1) ...

$H_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}\frac{1}{\sqrt{2}}$, $H_0 = (1)$, $H_m = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix} H_{m-1} & H_{m-1} \\ H_{m-1} & -H_{m-1} \end{pmatrix}$