

① מכ'ן כל המסלול נגזר מ X ו γ

$$M_0^r M_1^s M_2^t = \prod_{i=0}^2 X_i^{s_i} \stackrel{\substack{\text{כאשר} \\ s_i \in \{0,1\}}}{=} X_i^{s_i}$$

$$CNOT(X_i^{s_i} |0\rangle^{\otimes 7}, |\psi\rangle)$$

נסתכל ב'מקרה' של $s_i = 0$ ו $s_i = 1$

$$CNOT(X^s |0\rangle, |x\rangle) = X^s |0\rangle \otimes X^s |x\rangle$$

$$\underline{s=0} : CNOT(|0\rangle, |x\rangle) = |0x\rangle$$

$$\underline{s=1} : CNOT(|1\rangle, |x\rangle) = |1\bar{x}\rangle$$

$$\Rightarrow CNOT(X_i^{s_i} |0\rangle^{\otimes 7}, |\psi\rangle) = X_i^{s_i} |0\rangle^{\otimes 7} \otimes X_i^{s_i} |\psi\rangle$$

$$\bar{X} = \frac{1}{\sqrt{8}} (1+M_0)(1+M_1)(1+M_2) |xxxxxxx\rangle \quad (2)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{8} \prod_{i=0}^2 (1+M_i)^2 |x\rangle_7 = \frac{1}{4} \prod_{i=0}^2 (1+M_i) |x\rangle_7 \propto |\bar{x}\rangle$$

$(1+M_i)^2 = 1 + M_i^2 + 2M_i = 2(1+M_i)$

$$CNOT(|\bar{0}\rangle, |\bar{y}\rangle)$$

$$= CNOT\left(\frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{0}\rangle^{\otimes 7}, \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{y}\rangle^{\otimes 7}\right)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{0}\rangle^{\otimes 7} \otimes \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{y}\rangle^{\otimes 7} \quad \text{זוהי } |\bar{0}\bar{y}\rangle$$

$$= \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{0}\rangle^{\otimes 7} \otimes \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{y}\rangle^{\otimes 7} \quad \text{זוהי } |\bar{0}\bar{y}\rangle$$

$$CNOT_{\bar{y} \rightarrow \bar{y}} |\bar{0}\bar{y}\rangle = |\bar{0}\bar{y}\rangle = \underline{1} |\bar{0}\bar{y}\rangle \quad \text{כאן } \bar{y} = \bar{y}$$

$$CNOT\left(\frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) \bar{X} |\bar{0}\rangle, \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) |\bar{y}\rangle^{\otimes 7}\right) \quad \text{זוהי } |\bar{1}\rangle = \bar{X} |\bar{0}\rangle$$

$$|\bar{1}\rangle \otimes \frac{1}{\sqrt{8}} \prod (1+M_i) \bar{X} |\bar{y}\rangle^{\otimes 7} = |\bar{1}\rangle \otimes |\bar{y}\rangle^{\otimes 7} \quad \text{זוהי } |\bar{1}\bar{y}\rangle$$

(2) M, S, X, Y, Z מ'צ'י $+1$ M, S, X, Y, Z
 ו'כן א' נ'ען א'ה'ח'ן ב'א' (א'ח'ר כ'א'ר א'ה'ח'ן)
 א'ה'ח'ן X, Y, Z א'ה'ח'ן א'ח'ר א'ה'ח'ן
 א'ח'ר א'ה'ח'ן M, S א'ה'ח'ן א'ה'ח'ן
 א'ח'ר א'ה'ח'ן.

(3) א'ח'ר א'ה'ח'ן

$$e^{i\varphi_X} (\alpha |000\rangle + \beta |111\rangle) = \alpha |010\rangle e^{i\varphi_X} + \beta |101\rangle e^{i\varphi_X}$$

$$e^{i\varphi_X} |x\rangle = (\cos\varphi_X + i\sin\varphi_X) |x\rangle = (\cos\varphi_X |x\rangle + i\sin\varphi_X |\bar{x}\rangle)$$

$$\alpha |0\rangle |0\rangle (\cos\varphi_X + i\sin\varphi_X)$$

$$\beta |1\rangle |1\rangle (\cos\varphi_X + i\sin\varphi_X)$$

$$= \alpha (\cos\varphi_X |000\rangle + i\sin\varphi_X |010\rangle) + \beta (\cos\varphi_X |111\rangle + i\sin\varphi_X |101\rangle)$$

א'ח'ר א'ה'ח'ן (NOT) א'ח'ר א'ה'ח'ן א'ח'ר א'ה'ח'ן

$$\alpha (\cos\varphi_X |000\rangle + i\sin\varphi_X |010\rangle) + \beta (\cos\varphi_X |111\rangle + i\sin\varphi_X |101\rangle)$$

א'ח'ר א'ה'ח'ן א'ח'ר א'ה'ח'ן

$$(\alpha (\cos\varphi_X |000\rangle + \beta \cos\varphi_X |111\rangle) |00\rangle$$

$$+ i\sin\varphi_X (\alpha |010\rangle + \beta |101\rangle) |11\rangle$$

א'ח'ר א'ה'ח'ן א'ח'ר א'ה'ח'ן א'ח'ר א'ה'ח'ן

$$i\sin\varphi_X (\alpha |010\rangle + \beta |101\rangle)$$

$$(\cos\varphi_X (\alpha |000\rangle + \beta |111\rangle))$$

↓
מכש'ים
י' ו' x
פ' (ה'י'י'י')
ו'ה'כ'ים

↓
או' ~ מכש'ים סלום
ור'ל'ים ס'ם כ'ר'ז',
ל'כו' פ'כ'ט' פ'כ'ז'
א'ול'טר' ! ה'ר'כ' ו'ל'א'
כ'מ'ו' ל'ה'ל'.

$$\underbrace{\sin(\alpha|1000) + \beta|1111}_{\text{ה'ר'כ' ה'ר'כ'}}$$

↑
פ'כ'ז' א'ול'טר'

א'ל' ב'ה'ל'ו' ג'ו'י' ל'מ'ז'ל' - א'ז' פ'ט' ז'ר'י'ק' ל'ה'כ'ס'י'ס' מ'ז'ט'

ס'ה' ה'ק'י'ב'ט' ה'ש'ל' (ל'ו' ק'ר'ה' (פ'ל'ט')) - כ'ס'י'ק'ו'ן' ז'ר'י'ק' Toffoli
א'ב'ל' א'ו' ל'מ'י'ה'ם' ס' א'ו' ל'מ'י'ה'ם' 1 ל'פ'ן' א'ל'י' מ'ס'פ'ין' מ'ז'ט' מ'ז'י'.

(b) $(\alpha|1000 + \beta|1111)(\gamma|0101 + \delta|1010)$

$$\alpha|0000 + \gamma|0101 + \delta\alpha|1000 + \delta\beta|1111$$

↑
e

א'ז'ר'י' $\in \text{Notes}$

$$\alpha|0000 + \gamma|0101 + \delta\alpha|1000 + \delta\beta|1111$$

י'כ'ס'י'ס' י'ז'ר' ה' מ'ז'ט' מ'י'ה' ה'ז'ר'י'ם' כ'ר'ז' מ'ז'ט' (ס'ל'ס')

$$\alpha|0000^{(100)} + \gamma|0101^{(100)} + \delta\alpha|1000^{(101)} + \delta\beta|1111^{(111)}$$

$$\xrightarrow{\downarrow} (\alpha|1000 + \beta|1111) + (\alpha|1000 + \beta|1111) / \gamma|0101$$

↑
מ'ז'ט' e

מ'כ'ר'ה' א'ל' ג'י' ח'ז'ן' $\begin{pmatrix} x \\ 100 \end{pmatrix}$ א'ל' $\begin{pmatrix} x \\ 110 \end{pmatrix}$

ל'פ' ה'ז'ר'י'ב' ל'ס'כ'ל' ז'ה' \tilde{x}^x ו'ל'ה' כ'ר'ז'א'ק' q.

א'ם' ה'ז'ר'י' ה'ר'כ'ב'ק' כ'ס'ל' ה'ז'ר'י'ם' מ'ז'ל' ה'ק' ס'כ' (פ'ל')

ה'ז'ק'ו'י' כ'י' ה'ז'ר'י'ב' ה'ק'ר'ס'ה' י'ז'ר' כ'י'י' ה'ס'נ'ז'ח'מ'

ל'ז'ב' מ'י'כ'ל'ה' א'ז'ר' ו'ב'כ'ק' ה'כ'כ'ה' י'ז'ר' ה'ז'ר'י'ב' ל'ל' ל'ז'ר'.