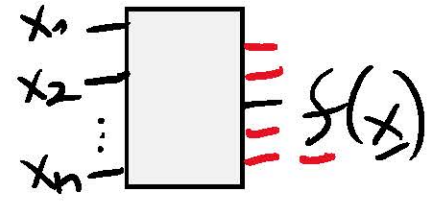


אלגוריתם קוויט"ם עמציג למה אבוי

זיטל-ג'אנה \Leftarrow סיימון \Leftarrow שור
 אלגוריתם אורקל (Oracle)



x	$f(x)$
000	001
001	010
010	0
011	0
100	1
101	1
110	1
111	1

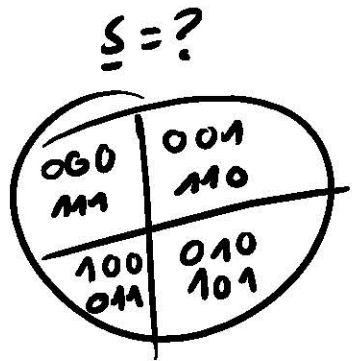
בע"מ אורקל: טענה פונקציה $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^n$
 המטרה - עמציג למה אבוי f בעזרת כמה
 שאלות קטנות פ-פ.

מספר הקריאות הגדול \circ Query Complexity

טבלאות סיימן - מא'בצ"ה

סיימן	צורת ג'אנה	מספר קריאה נדרש
$2^{n-1} + 1$	$2^{n-1} + 1$	קריאה - צורת טיפוס
$\sim \sqrt{2^n}$	3	קריאה - הסתברות
$\sim n$	1	קריאה -

טבלאות סיימן: יתרון אקסטנדיביל' א ג טאבלות קריאה.



הפעלה על 0^n מיון

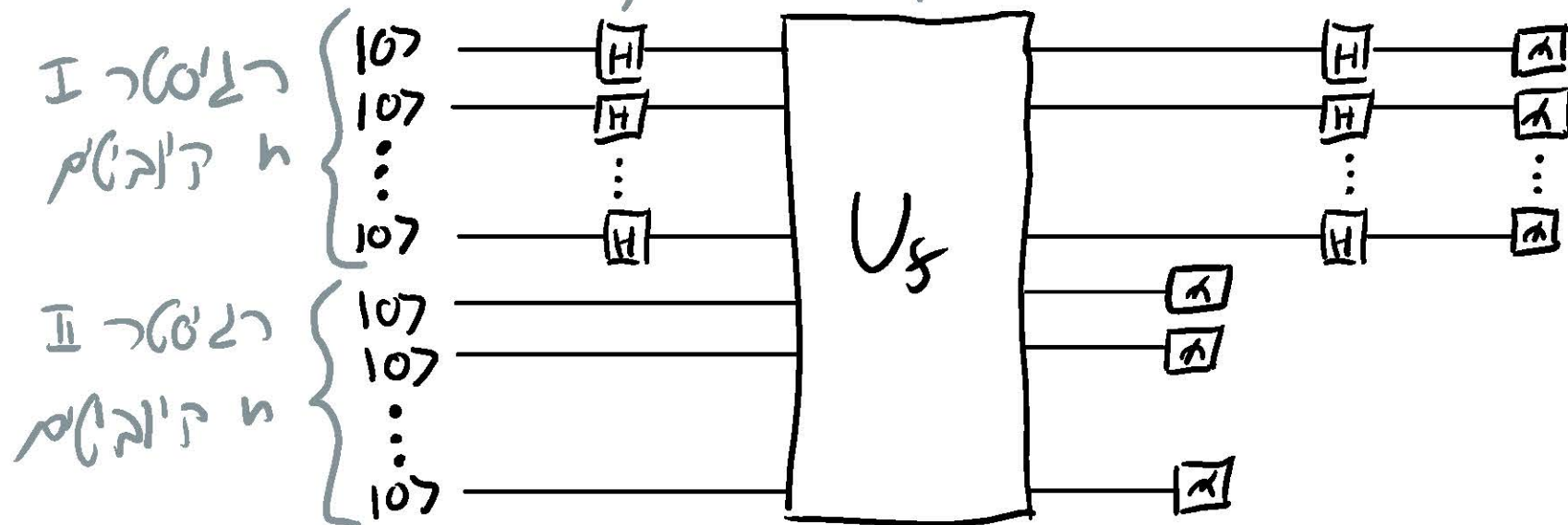
הפעלה N פעמים על המצב 0^n \rightarrow ξ \rightarrow $\{0,1\}^n$

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

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

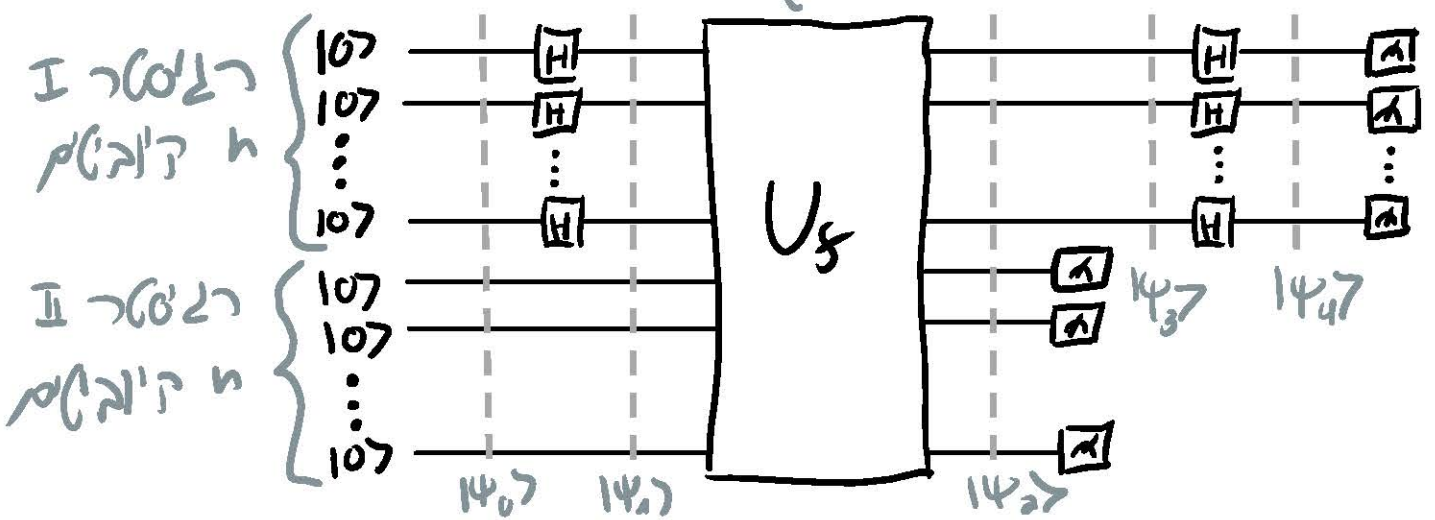
טוריק בוי

$$U_\xi |x\rangle |0\rangle = |x\rangle |\xi(x)\rangle$$



הפעלה

המשלם על $0^n - 1$ - n



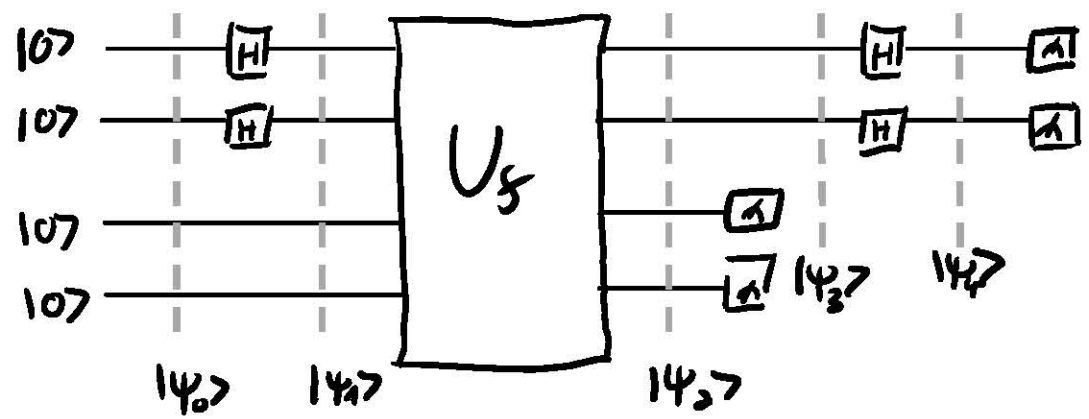
x	$f(x)$
000	000
001	001
010	010
011	011
100	011
101	010
110	001
111	000

מהי המטרה?
הסבר? γ

$|\psi_0\rangle = |0\rangle |0\rangle$
 $|\psi_1\rangle = (H^{\otimes n} |0\rangle) |0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_{x \in \{0,1\}^n} |x\rangle |0\rangle$
 $|\psi_2\rangle = \sum_{x \in \{0,1\}^n} |x\rangle |f(x)\rangle$
 $|\psi_3\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|x\rangle + |x \oplus \gamma\rangle) |f(x)\rangle$
 $|\psi_4\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (H^{\otimes n} |x\rangle + H^{\otimes n} |x \oplus \gamma\rangle) = ?$

- (i) הזמנה עקיפה I
- (ii) סלוקה ב' (ii)
- (iii) מדידת רגיסטר II (רגיסטר) (קריסה ל $f(x)$ מסוימת)
- (iv) הזמנה א רגיסטר II

n=2, 3-ביט, אקטואל - |11> ושל הפונקציה



x	f(x)
00	11
01	11
10	00
11	00

מהי הפונקציה?
 ? \leq אולי

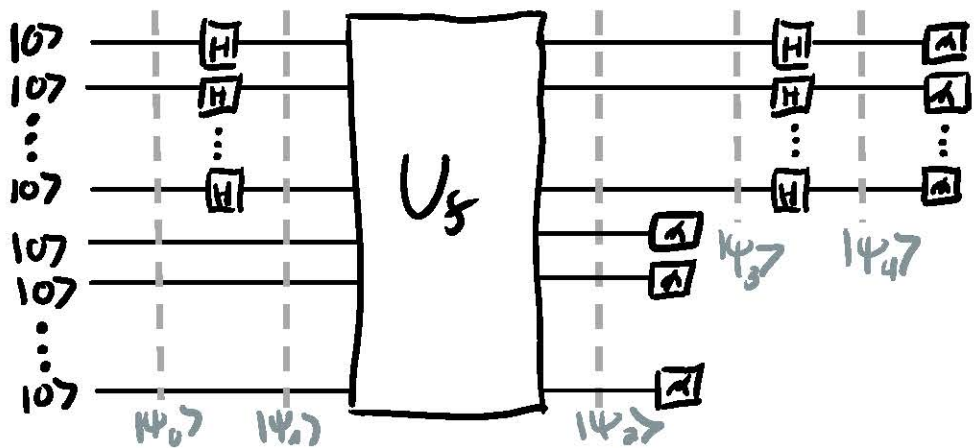
$$|0\rangle|0\rangle \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_x |x\rangle|0\rangle \xrightarrow{U_f} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_x |x\rangle|f(x)\rangle \xrightarrow{M_2} \frac{1}{\sqrt{2}} (|x\rangle + |x \oplus s\rangle) \xrightarrow{H^{\otimes n}} ?$$

$100\rangle|00\rangle$
 $\frac{1}{2} (100\rangle + 101\rangle + 110\rangle + 111\rangle) |00\rangle$

$\frac{1}{\sqrt{2}} (100\rangle + 101\rangle)$
 $\frac{1}{\sqrt{2}} (110\rangle + 111\rangle)$

$\frac{1}{2} [(100\rangle + 101\rangle) |11\rangle + (110\rangle + 111\rangle) |00\rangle]$

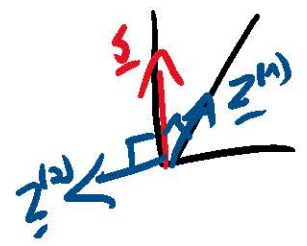
המחלקה - n סיביות



x	$f(x)$
00	11
01	11
10	00
11	00

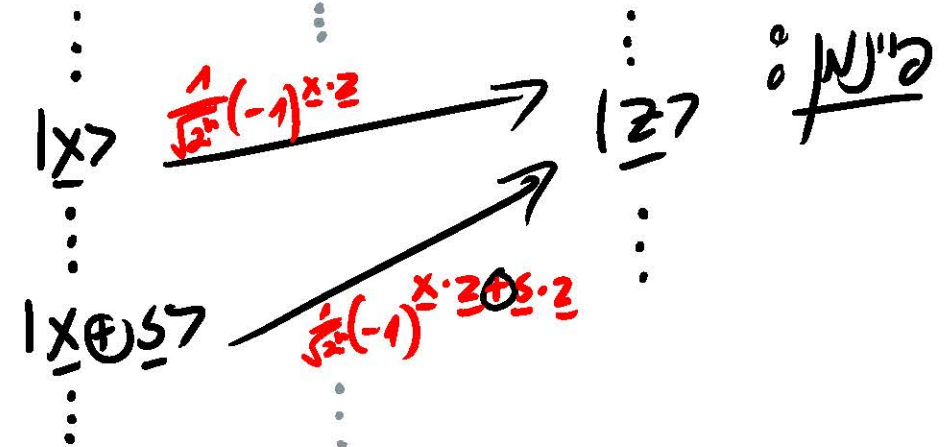
מה המדידה של n סיביות?
 ? \leq מה?

$$|0\rangle^{\otimes n} |0\rangle \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_x |x\rangle |0\rangle \xrightarrow{U_f} \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_x |x\rangle |f(x)\rangle \xrightarrow{M} \frac{1}{\sqrt{2}} (|x\rangle + |x \oplus s\rangle) \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_{z \cdot s = 0} |z\rangle$$

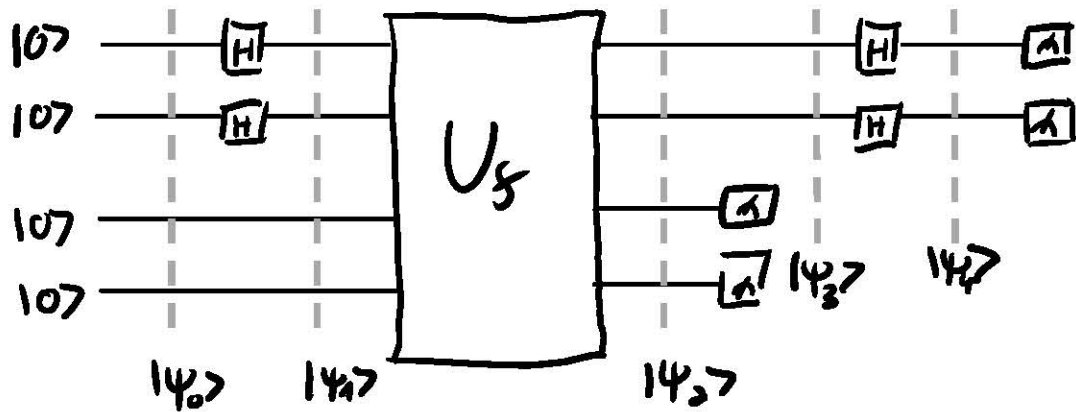


$$\begin{aligned} & \frac{1}{\sqrt{2}} (H^{\otimes n} |x\rangle + |1^{\otimes n}\rangle |x \oplus s\rangle) = \\ & = \frac{1}{\sqrt{2^{n+1}}} \sum_z \left[(-1)^{x \cdot z} + (-1)^{x \cdot z \oplus s \cdot z} \right] |z\rangle \\ & s \cdot z = 0 \Leftrightarrow \neq 0 \end{aligned}$$

המדידה



התחלה של אלגוריתם דבורה, n=2



x	$f(x)$
00	11
01	11
10	00
11	00

מהי התוצאה? $\sum_{z:f(z)=0}$

$$|0\rangle|0\rangle \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_x |x\rangle|0\rangle \xrightarrow{U_f} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_x |x\rangle|f(x)\rangle \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^n}} \sum_x (|x\rangle + |x \oplus s\rangle) \xrightarrow{H^{\otimes n}} \frac{1}{\sqrt{2^{n-1}}} \sum_{z:f(z)=0} |z\rangle$$

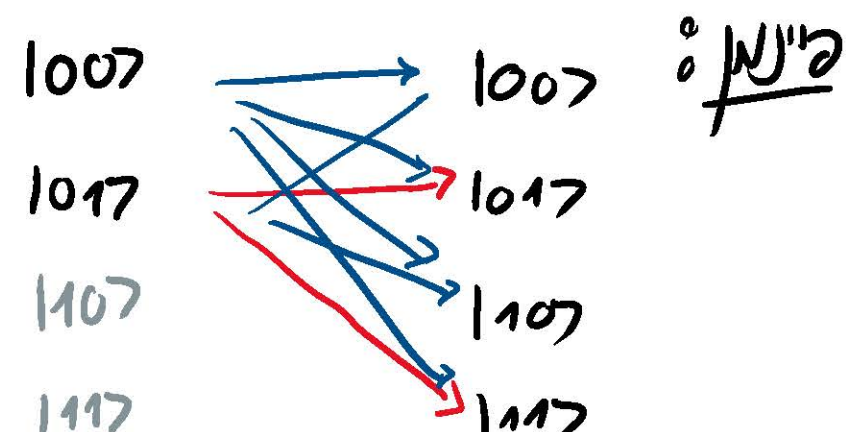
$s \cdot (1,0) = 0$
 \Downarrow
 $s_1 = 0$
 \Downarrow
 $s = (0,1)$

התוצאה

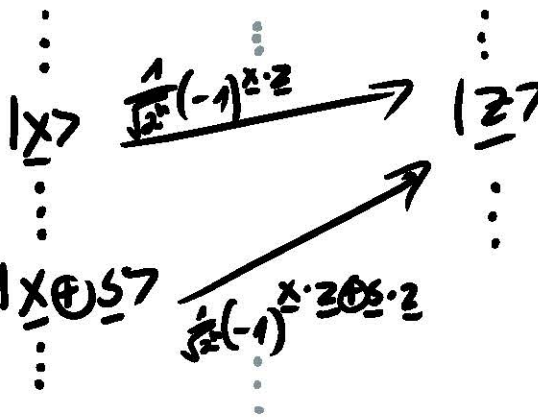
$$\frac{1}{\sqrt{2}} (H^{\otimes 2} |00\rangle + H^{\otimes 2} |01\rangle) =$$

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

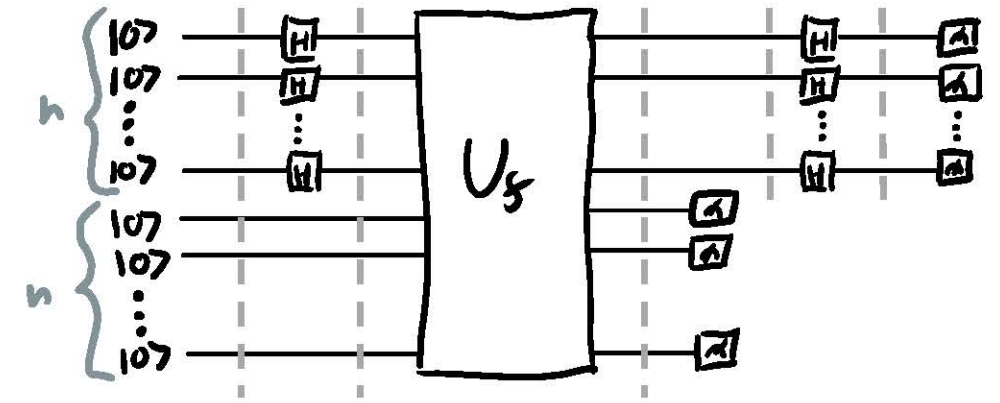
$$= \frac{1}{\sqrt{8}} [\underline{|00\rangle} (1+1) + |01\rangle (1-1) + \underline{|10\rangle} (1+1) + |11\rangle (1-1)]$$



מרחב הוורטקאל



המטריצה



טבלת המטריצה סיימון-סטיבס

x	$z(x)$
000	000
001	001
010	010
011	011
100	011
101	010
110	001
111	000

הבעיה

מהי המטריצה
הסוב'ת $z(x)$?

פונקציות הוורטקאל
טור z

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n z_i^{(1)} = 0 \\ \sum_{i=1}^n z_i^{(2)} = 0 \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n z_i^{(n-1)} = 0 \end{cases}$$

מטריצה U_n

המטריצה $z \cdot z = 0$ המטריצה z

סיבות קטנות באמצעות 2^{n+1} קטנות
קטנות הסדר $\sqrt{2}$ קטנות
קטנות n קטנות בגודל

ייתכן קוואנטום
טור z מאלגוריתם קטנות!

הצגת פונקציות סימון פאולינה

היטוריות זוכים-ז'אנר \Leftarrow סימון \Leftarrow ער

פירוק N פרימים הולנטיים \Leftrightarrow מצא ממוכר \in $f(x) = a^x \pmod N$

הצגת ער

הצגת סימון

