9. Cheatsheet

wordt tabel op een enkelzijdige pagina. enkelvoudige poorten en CNOT apart

tensorvermenigvuldiging

hoofdstuk is los gecompileerd, hstk nummer is 9

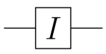
9.0.1 De I-poort

[b].3

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figuur 9.1: matrix

[b].3



Figuur 9.2: circuit

[b].3

$$|0\rangle \longleftrightarrow |0\rangle$$

$$|1\rangle \longleftrightarrow |1\rangle$$

Figuur 9.3: afbeelding

Figuur 9.4: **I**-poort: matrix, circuit en afbeelding van basisvectoren

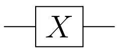
9.1 De X-poort

[b].3

$$X = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Figuur 9.5: matrix

[b].3



Figuur 9.6: circuit

[b].3

$$|0\rangle \longleftrightarrow |1\rangle$$

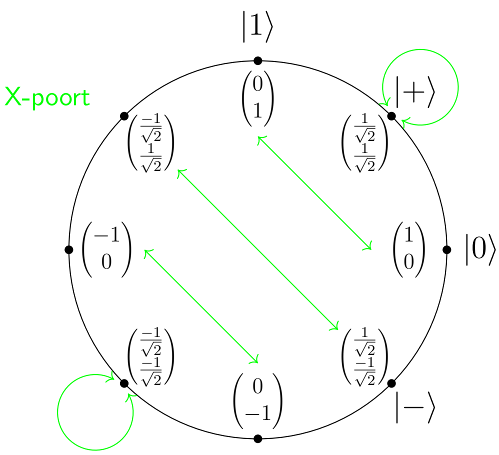
$$|1\rangle \longleftrightarrow |0\rangle$$

Figuur 9.7: afbeelding

Figuur 9.8: **X**-poort: matrix, circuit en afbeelding van basisvectoren

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix} \leftrightarrow \begin{pmatrix} \beta \\ \alpha \end{pmatrix}$$

In fig. 9.9 staat voor acht toestanden de werkingen van de X-poort uitgetekend. Is de X-poort omkeerbaar? Wat gebeurt er als je hem twee keer toepast?



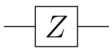
Figuur 9.9: toestandsdiagram voor **X**-poort.

9.2 De Z-poort

[b].3

$$Z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Figuur 9.10: matrix

[b].3 

Figuur 9.11: circuit

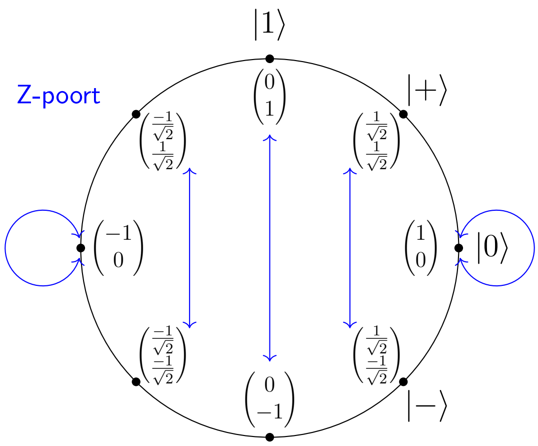
[b].3

$$|0\rangle \longleftrightarrow |0\rangle$$

$$|1\rangle \longleftrightarrow |-1\rangle$$

Figuur 9.12: afbeelding

Figuur 9.13: **Z**-poort: matrix, circuit en afbeelding van basisvectoren



Figuur 9.14: Toestandsdiagram voor de **Z**-poort.

je ziet dat deze poort alleen in een quantumcomputer kan bestaan. De afbeelding op $\begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$ heeft pas betekenis na het kwadrateren van de coëfficient ($\beta = -1$.

9.3 De H-poort

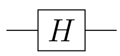
De Hadamard-poort transponeert de computational basis van en naar de Bell basis, een belangrijke stap in een quantumalgoritme.

[b].3

$$H = \tfrac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

Figuur 9.15: matrix

[b].3



Figuur 9.16: circuit

[b].3

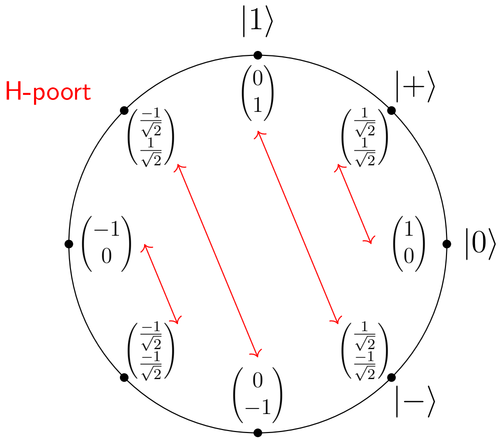
$$|0\rangle \longleftrightarrow \tfrac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle{+}|1\rangle) = |+\rangle$$

$$|1\rangle \longleftrightarrow \tfrac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle\text{-}|1\rangle) = |-\rangle$$

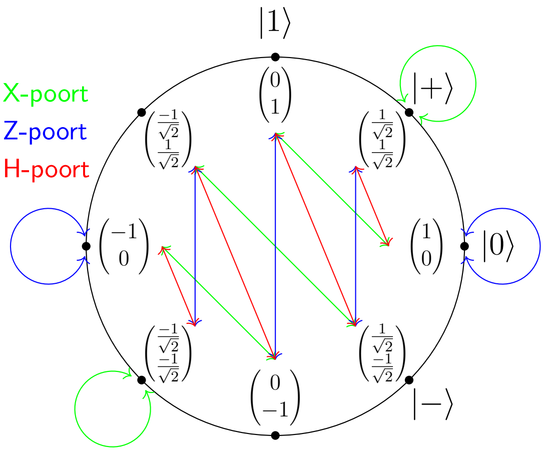
Figuur 9.17: afbeelding

Figuur 9.18: H-poort: matrix, circuit en afbeelding van basisvectoren

Ook voor een Hadamard gate kun je een toestandsdiagram maken.



Figuur 9.19: Toestandsdiagram voor de **H**-poort.



Figuur 9.20: Toestandsovergangen voor **X**-, **Z**-, en **H**-poorten.

9.4 CNOT-poort

De **CNOT** werkt op twee qubits. Het MSB (most significant bit) is het controlebit, het LSB (least significant bit) is het doelbit (target). Als het controlebit gelijk is aan $|1\rangle$ dan wordt het doelbit geflipped. Als het controlebit gelijk is aan $|0\rangle$ dan blijft het doelbit onveranderd.

- Als het controlebit gelijk is aan $|0\rangle$, dan blijft het doel onveranderd.
- Als het controlebit gelijk is aan $|1\rangle$, flip het doelbit: $|0\rangle \rightarrow |1\rangle$ $|1\rangle \rightarrow |0\rangle$

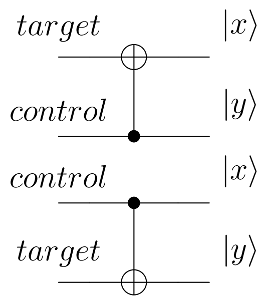
Is deze poort reversibel? wat gebeurt er als je deze poort twee keer toepast?

- Als het controlebit gelijk is aan $|0\rangle$, dan blijft het doel onveranderd.
- Als het controlebit gelijk is aan $|1\rangle$, flip het doelbit: $|0\rangle \to |1\rangle$ $|1\rangle \to |0\rangle$

Is deze poort reversibel? wat gebeurt er als je deze poort twee keer toepast?

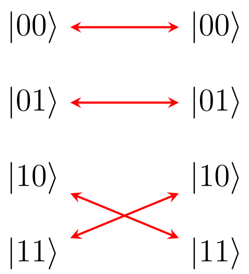
.5

.5



Figuur 9.21: Rol van C en T mag je omdraaien bij QI, het resultaat van beide circuits is $|yx\rangle$

$|MSBLSB\rangle = |CT\rangle$



De matrixvorm van de CNOT is 4x4, we moeten inmmers twee bits bijhouden. $CNOT = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

We schrijven het nog twee keer uit:

$$CNOT\,|10\rangle \;=\; CNOT\left(\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\otimes\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}\right) \;=\; \begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&0&1\\0&0&1&0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0\\0\\1\\0\end{pmatrix} \;=$$

$$\begin{pmatrix}0\\0\\0\\1\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\otimes\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix} = |11\rangle$$

$$CNOT\,|11\rangle \;=\; CNOT\left(\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\otimes\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\right) \;=\; \begin{pmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&0&1\\0&0&1&0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0\\0\\0\\1\end{pmatrix} \;=$$

$$\begin{pmatrix}0\\0\\1\\0\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\otimes\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix} = |10\rangle$$