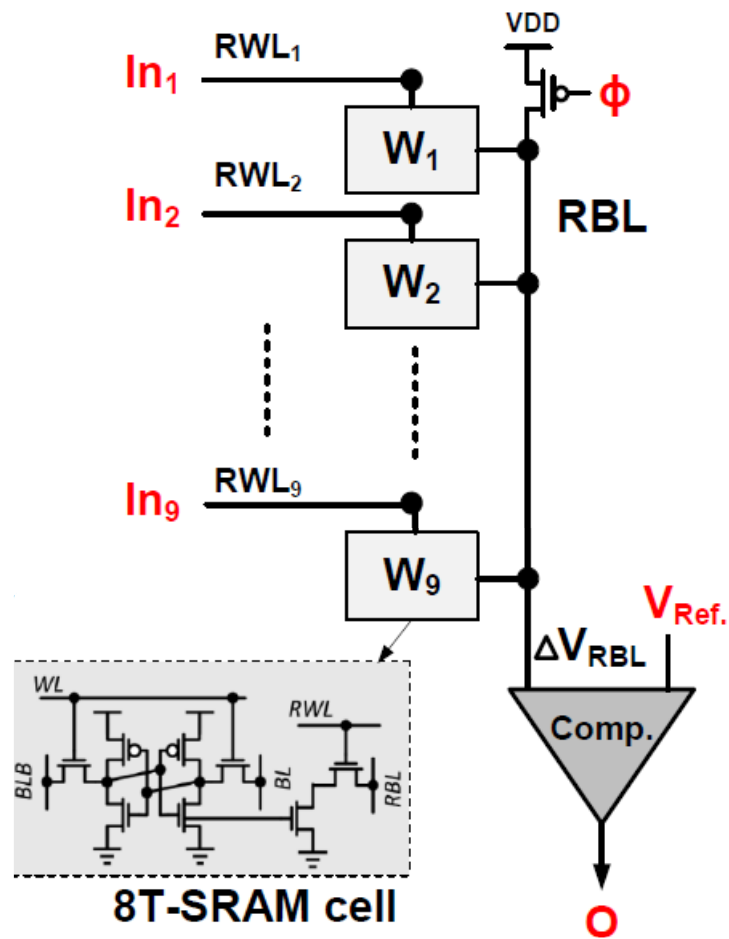
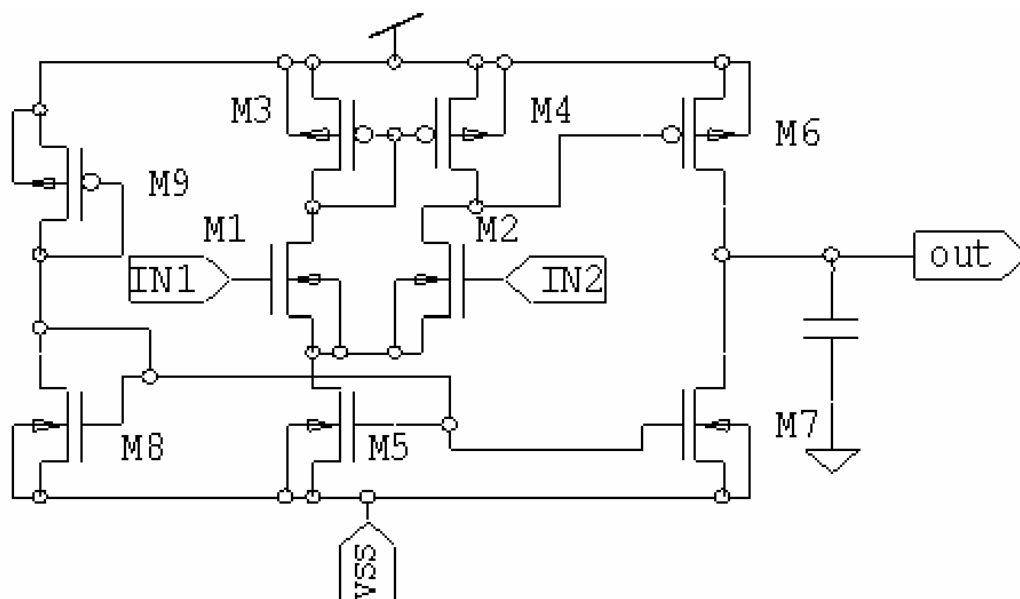


Memory Circuits and System Report HW4

Architecture :



圖(一)



圖(二)

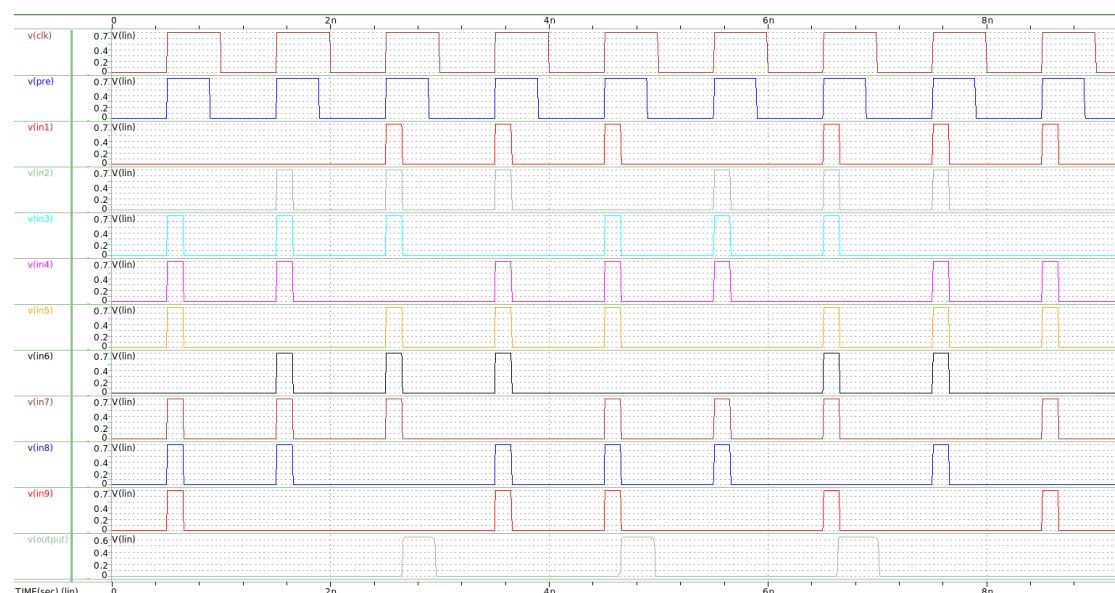
架構是由 9 個 8T-SRAM 和一個 comparator—圖(二)構成，W1~W9 由 SRAM 給定，一次輸入 9 個 input 與個別的 weight 做 convolution，當結果越大時，RBL 的值會被往下拉越多，在跟 Vref 做比較。

RBL 掛上 $C_{BL} = 27\text{fF}$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

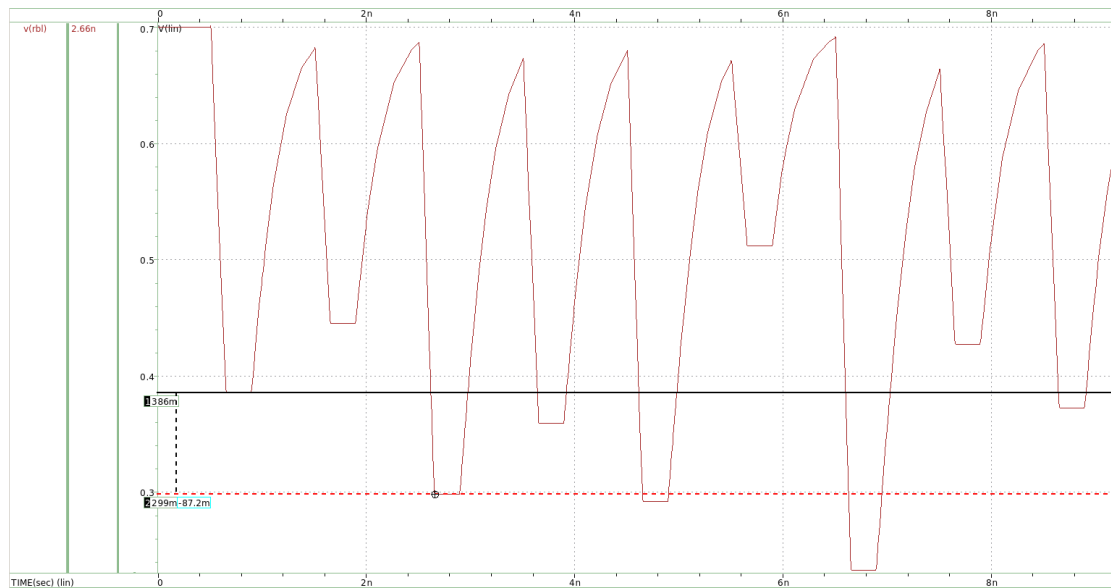
$$= \begin{array}{|c|c|c|} \hline 4 & 3 & 5 \\ \hline 4 & 5 & 2 \\ \hline 6 & 3 & 4 \\ \hline \end{array} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Result :



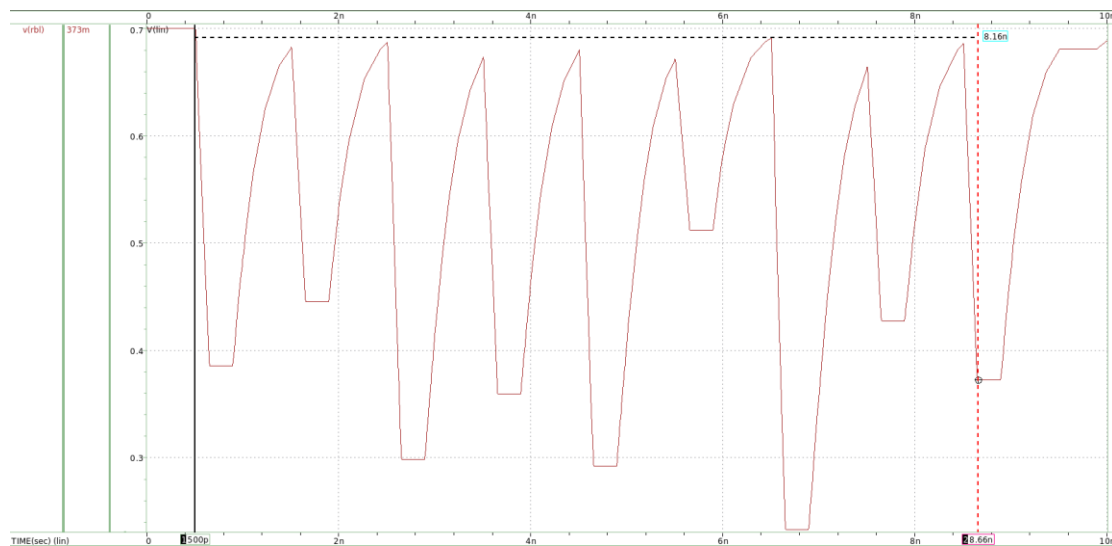
每 1ns 給一個 input，pre=0 時，RBL 會充電，當作 convolution 會把 RBL 往下拉，而 In1~In9 只給 0.15ns 因為太久的話會讓電壓拉到 0。

為了要讓 0~4 結果取 0，5 以上取 1，從 RBL 來觀察可以發現 input1、input3 分別為 4、5，所以取其平均值當作 $V_{ref} = 0.343V$ ，如下圖所示。



Measure :

(1) Delay : 8.16ns



(2) Power :

```
lab4 > ≡ acim.mt0
1 $DATA1 SOURCE='HSPICE' VERSION='Q-2020.03-SP2-2 linux64' PARAM_COUNT=0
2 .TITLE 'analog cim'
3 avgpower      peakpower      temper      alter#
4 1.373e-05      7.001e-05      25.0000      1
```

(3) Energy efficiency : $17(\text{Ops}) * 9 / 13.73\mu = 11.14 * 10^6 \text{ TOPs/W}$

(4) Throughput : $17(\text{Ops}) * 9 / 8.16\text{ns} = 18.75 \text{ TOPs/ns}$