

Lista 1 - Arquitetura de Computadores

① a) O somador ripple carry possui um delay do tipo:

• $t_{\text{ripple}} = N \cdot t_{FA} \rightarrow$ (Mas um somador completo possui delay de 450 ps)

$$\hookrightarrow t_{\text{ripple}} = 64 \cdot 450 \cdot 10^{-12} \rightarrow \underline{t_{\text{ripple}} = 28,8 \text{ [ns]}}$$

b) O somador carry-lookahead possui delay do tipo:

$$\bullet t_{CLA} = t_{pg} + t_{pg\text{-block}} + \left(\frac{N}{K} - 1\right) \cdot t_{\text{and-or}} + K \cdot t_{FA}$$

$$\hookrightarrow \left(\begin{array}{l} \text{Mas} \\ \bullet t_{pg} = 150 \text{ [ps]} \\ \bullet t_{pg\text{-block}} = 6 \cdot 150 \text{ [ps]} = 900 \text{ [ps]} \\ \bullet t_{\text{AND-OR}} = 2 \times 150 \text{ [ps]} = 300 \text{ [ps]} \end{array} \right)$$

$$\hookrightarrow t_{CLA} = (150 + 900 + \left(\frac{64}{4} - 1\right) \cdot 300 + 4 \cdot 450) \cdot 10^{-12}$$

$$\hookrightarrow t_{CLA} = (7350) \cdot 10^{-12} \rightarrow \underline{t_{CLA} = 7,35 \text{ [ns]}}$$

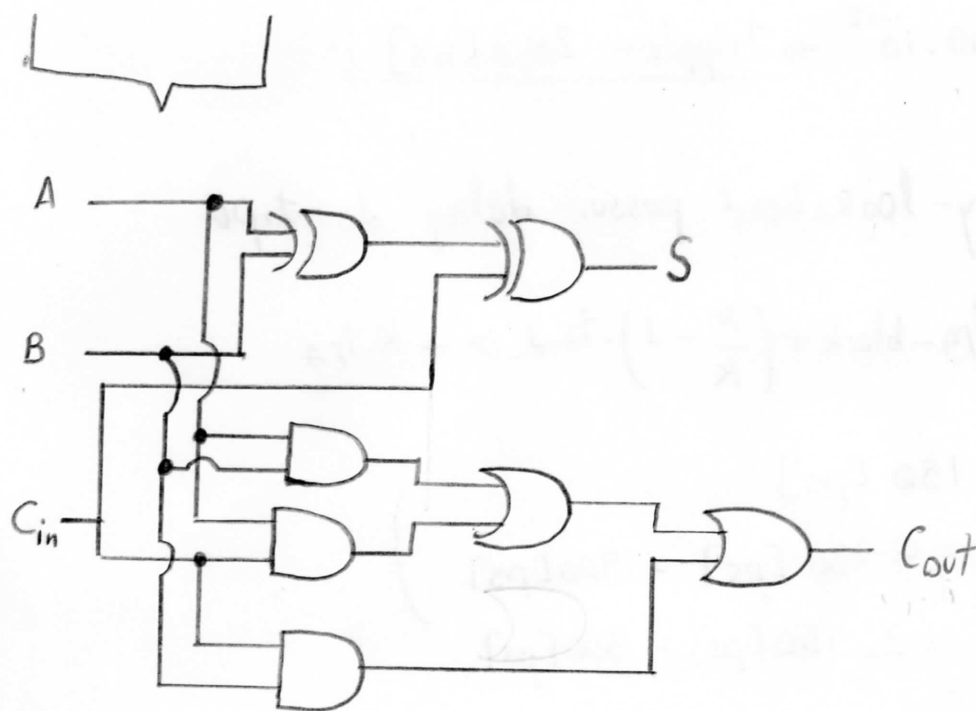
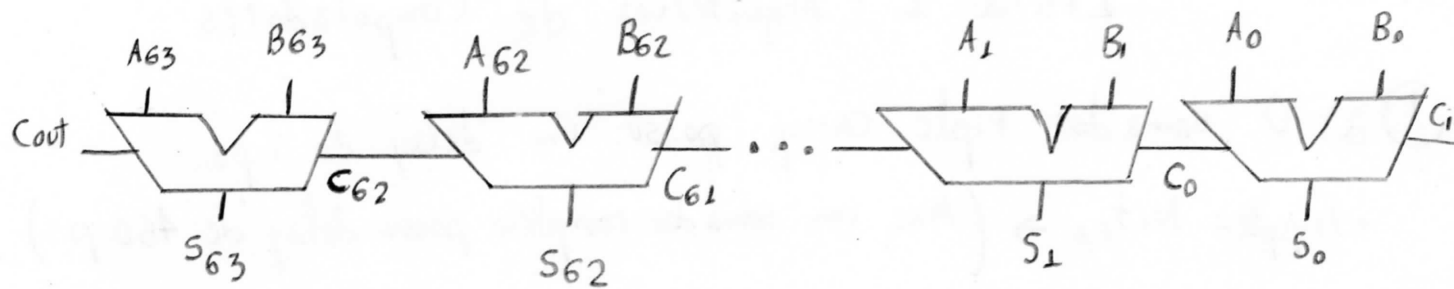
c) O somador prefixo possui delay do tipo:

$$\bullet t_{PA} = t_{pg} + \log_2 N (t_{pg\text{-prefix}}) + t_{xor}$$

$$\hookrightarrow t_{PA} = (150 + \log_2 64 \cdot (2 \cdot 150) + 150) \cdot 10^{-12}$$

$$\hookrightarrow \underline{t_{PA} = 2,1 \text{ [ns]}}$$

② * Somador tipo ripple-carry:



• Cálculo do delay:

Cada porta de duas entradas possui 50 ps de delay.
O caminho crítico para cada somador ocorre para o cálculo de Cout, logo o delay de cada somador completo será de 150 ps:

$$t_{\text{ripple}} = N \cdot t_{FA} = (64 \cdot 150) \cdot 10^{-12} \rightarrow t_{\text{ripple}} = 9,6 \text{ [ns]}$$

• Cálculo da área:

Cada somador completo possui 7 portas de duas entradas, logo uma área de componentes equivalente a $105 \text{ [}\mu\text{m}^2\text{]}$.

Logo um somador ripple-carry de 64 bits terá área equivalente a $A = 64 \cdot 105 \rightarrow A = 6720 \text{ [}\mu\text{m}^2\text{]}$

- Cálculo de energía:

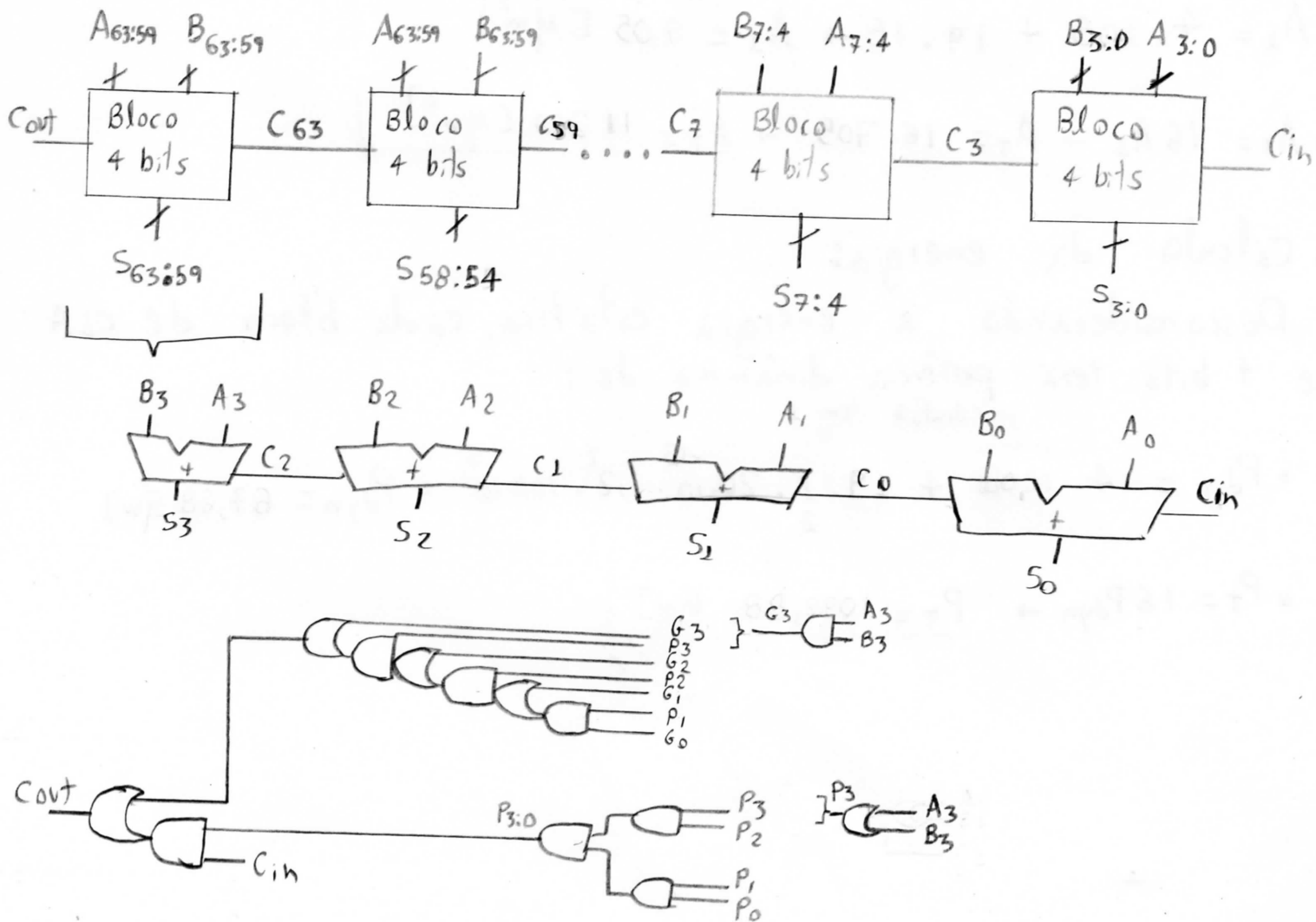
Desconsiderando a energia estática, e que cada conjunto de duas portas possui $20[\text{nF}]$ operando a $100 \cdot 10^6[\text{Hz}]$ e alimentado por $1,2[\text{V}]$.

Cada somador completo terá potência dinâmica equivalente de

$$\bullet P'_{dyn} = 7 \times \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 10^{-15} \cdot 1,2^2 \cdot 100 \cdot 10^6 \rightarrow P_{dyn} = 10,08 [W]$$

- $P_T = 64$. $P_{dyn} = 6451,2 [nW]$

* Somador tipo carry-lookahead (com blocos de 4 bits)



- Cálculo do delay:

Cada porta de 2 entradas possui um delay de 50 ps.

- $t_{CLA} = t_{pg} + t_{pg-block} + \left(\frac{N}{k} - 1\right)t_{and-or} + k \cdot t_{FA}$

$$C_1 t_{CLA} = (50 + 6 \times 50 + \left(\frac{64}{4} - 1\right)(2 \times 50) + 4 \cdot 150) \cdot 10^{-12}$$

$$C_1 t_{CLA} = 2,45 [ns]$$

- Cálculo da área:

Cada um dos 16 blocos de CLA de 4 bits possui área de 4 somadores completos (calculado no item anterior), acrescido de 23 portas de duas entradas, logo:

- $A_1 = 4 \cdot 105 + 19 \cdot 15 \rightarrow A_1 = 705 [\mu m^2]$

- $A_T = 16 A_1 \rightarrow A_T = 16 \cdot 705 \rightarrow A_T = 11280 [\mu m^2]$

- Cálculo da energia:

Desconsiderando a energia estática, cada bloco de CLA de 4 bits terá potência dinâmica de:

$$P_{dyn} = 4 \cdot \overbrace{1008}^{\text{calculado item 1}} + 19 \cdot \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 10^{-15} \cdot 1,2^2 \cdot 100 \cdot 10^6 \rightarrow P_{dyn} = 67,68 [\mu w]$$

- $P_T = 16 P_{dyn} \rightarrow P_T = 1082,88 [\mu w]$

* Conclusão:

Pode-se montar uma tabela comparativa para embasar a conclusão:

| Tipo | Energia | Área | Delay |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Carry | 645,12 [W] | 6720 [μm ²] | 9,6 [ns] |
| Carry-lookahead | 1082,88 [W] | 11280 [μm ²] | 2,45 [ns] |
| | ↓ | ↓ | ↓ |
| | Aumento de 67,86% | Aumento de 67,86% | Redução de 74,48% |

B) É possível observar que o aumento de complexidade do sistema normalmente acarreta na utilização de mais componentes, acarretando em maior área e maior potência dissipada. Porém é muito notável a redução do delay proporcionado pelo carry-lookahead, de aproximadamente 75% em relação ao ripple-carry.

É necessário verificar em um sistema quais são os recursos disponíveis e os requisitos finais necessários, para operar o correto balanço entre área, gasto energético e performance.