



Circuitos Digitais I - 6878

Nardênio Almeida Martins

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática

Bacharelado em Ciência da Computação

Aula de Hoje

- **Circuitos Sequenciais:**
 - Contadores de Módulo $\leq 2^N$
 - Contadores Decrescentes
 - Exercícios

Contador de Módulo $< 2^N$

Obs.:

1. Contador com N FFs pode contar até 2^N
2. Contador pode ser modificado para contar até Módulo $< 2^N$

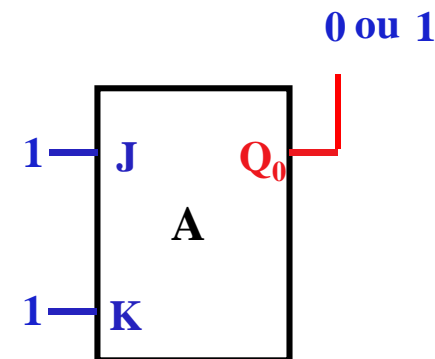
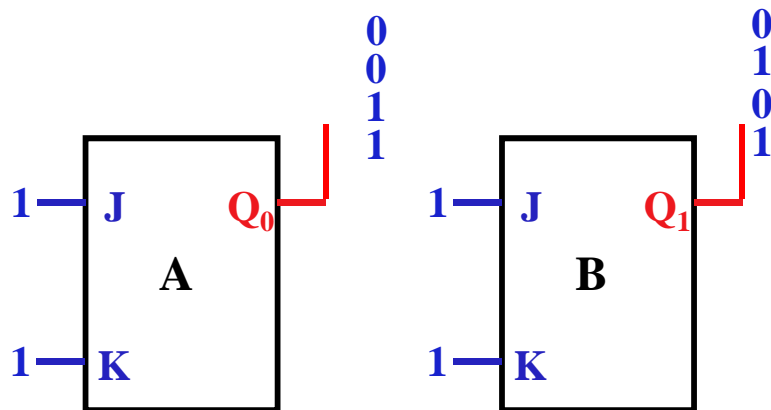
Exemplo: Contador de Módulo 6

Para contar até 6 são necessários 3 FFs:

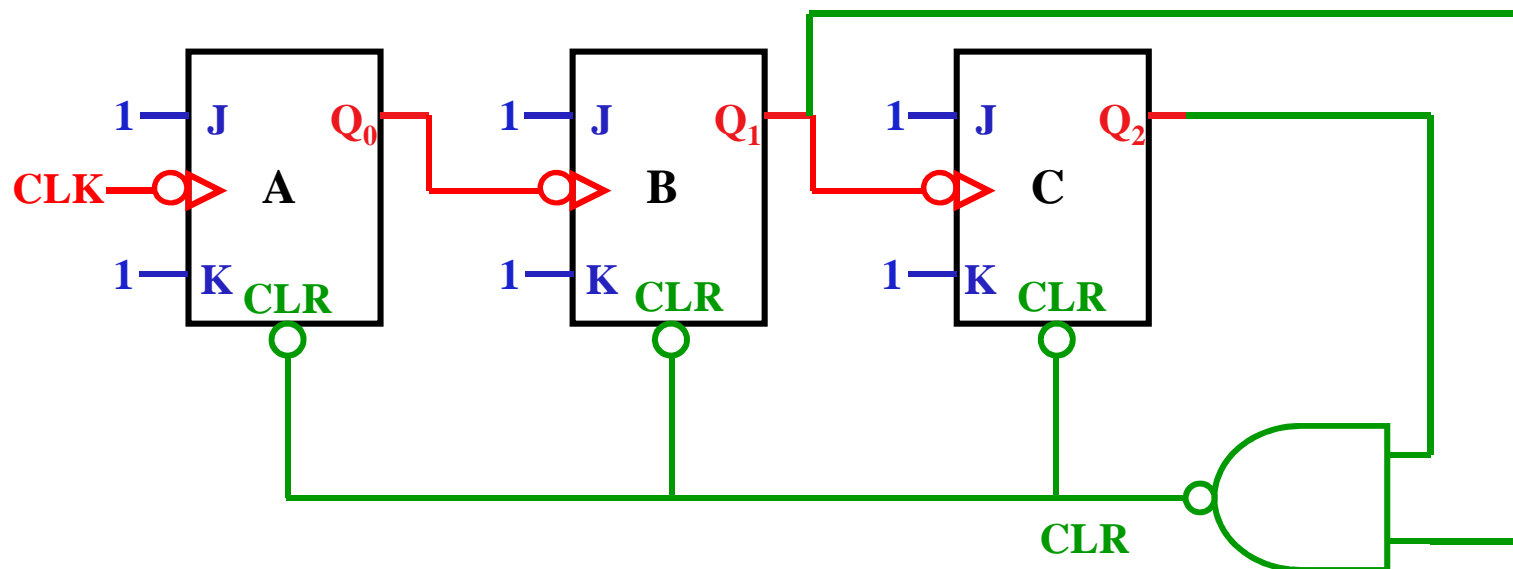
1 FF conta até 2: $2^1 = 2$

2 FFs contam até 4: $2^2 = 4$

3 FFs contam até 8: $2^3 = 8$



Contador de Módulo $< 2^N$

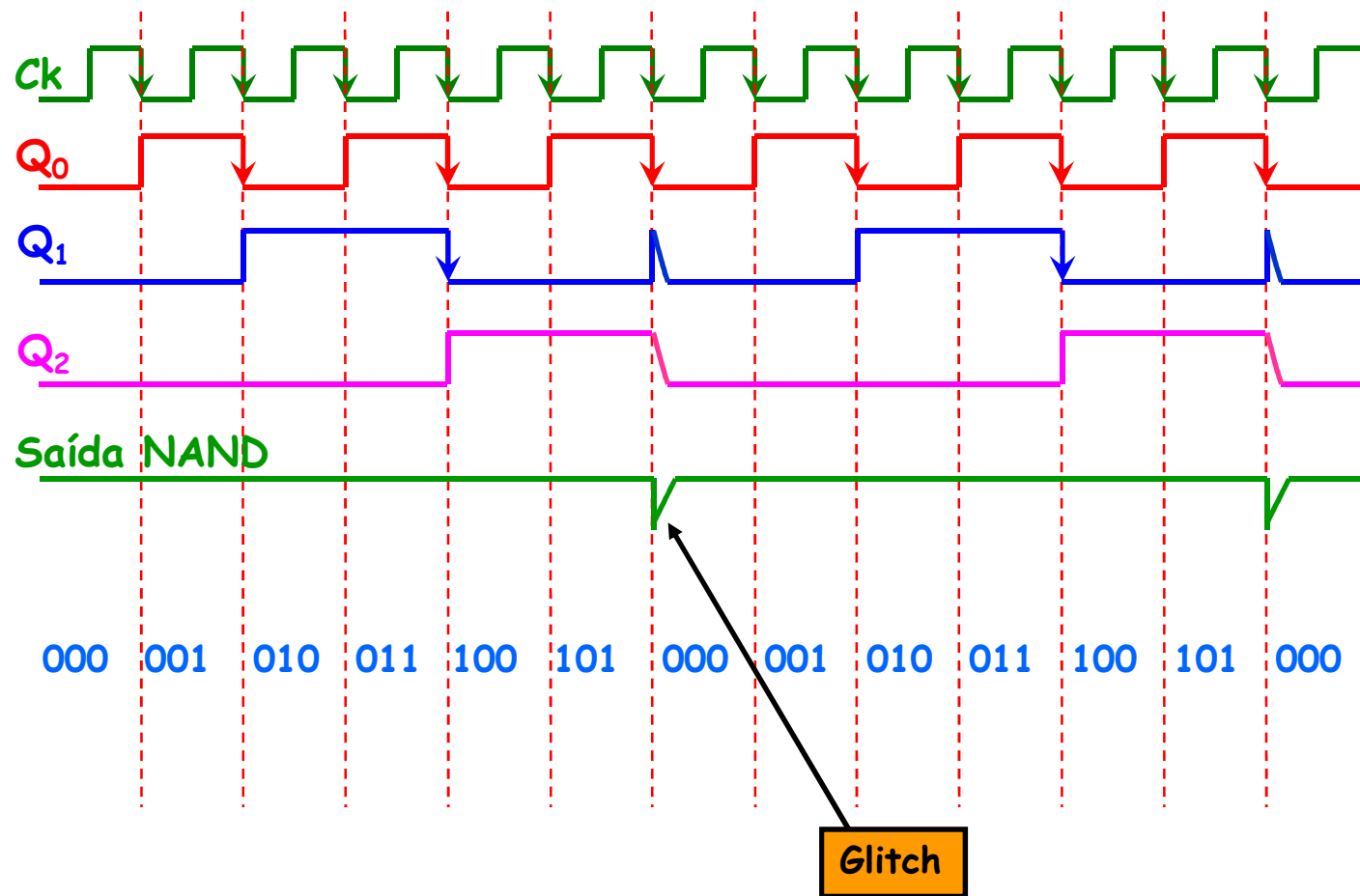


Sem considerar a porta NAND o contador conta de 0 até 7: 8 estados

- Enquanto a saída da NAND=1, o CLEAR não tem efeito sobre o contador
- Quando a saída da NAND=0, o CLEAR é ativado e "limpa" os FFs e a contagem é reinicializada (retorna para 000).

Quando a saída da NAND=0??? Quando as entradas forem 11
Quando o contador contar Q₂=1 Q₁=1 Q₀=0 (110₂=6₁₀)

Contador de Módulo $< 2^N$



Procedimento Geral

Procedimento para Projetar Contador de Módulo X

Para construir um contador que começa em 0 e tem módulo X:

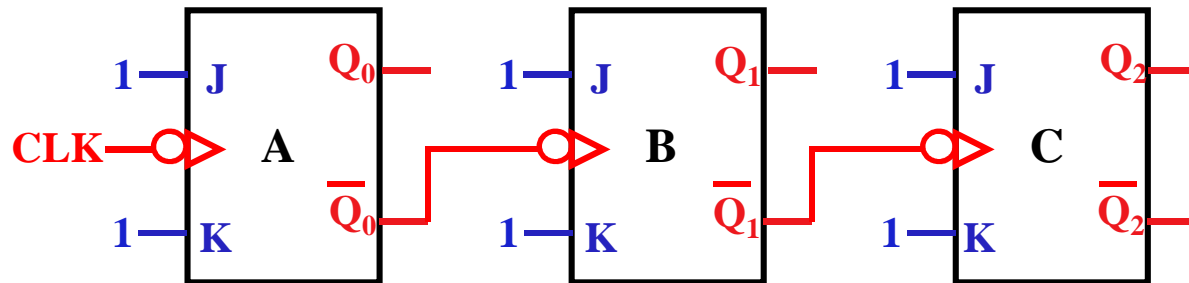
1. Determine o número de FFs tal que $2^N \geq X$ e conecte-os como um contador. Se $2^N = X$, então não execute os passos 2 e 3.
2. Conecte uma porta NAND nas entradas CLEAR de todos os FFs.
3. Determine quais FFs estarão no estado "ALTO" na contagem X, então conecte as saídas normais destes FFs às entradas da porta NAND.

Contadores Decrescentes

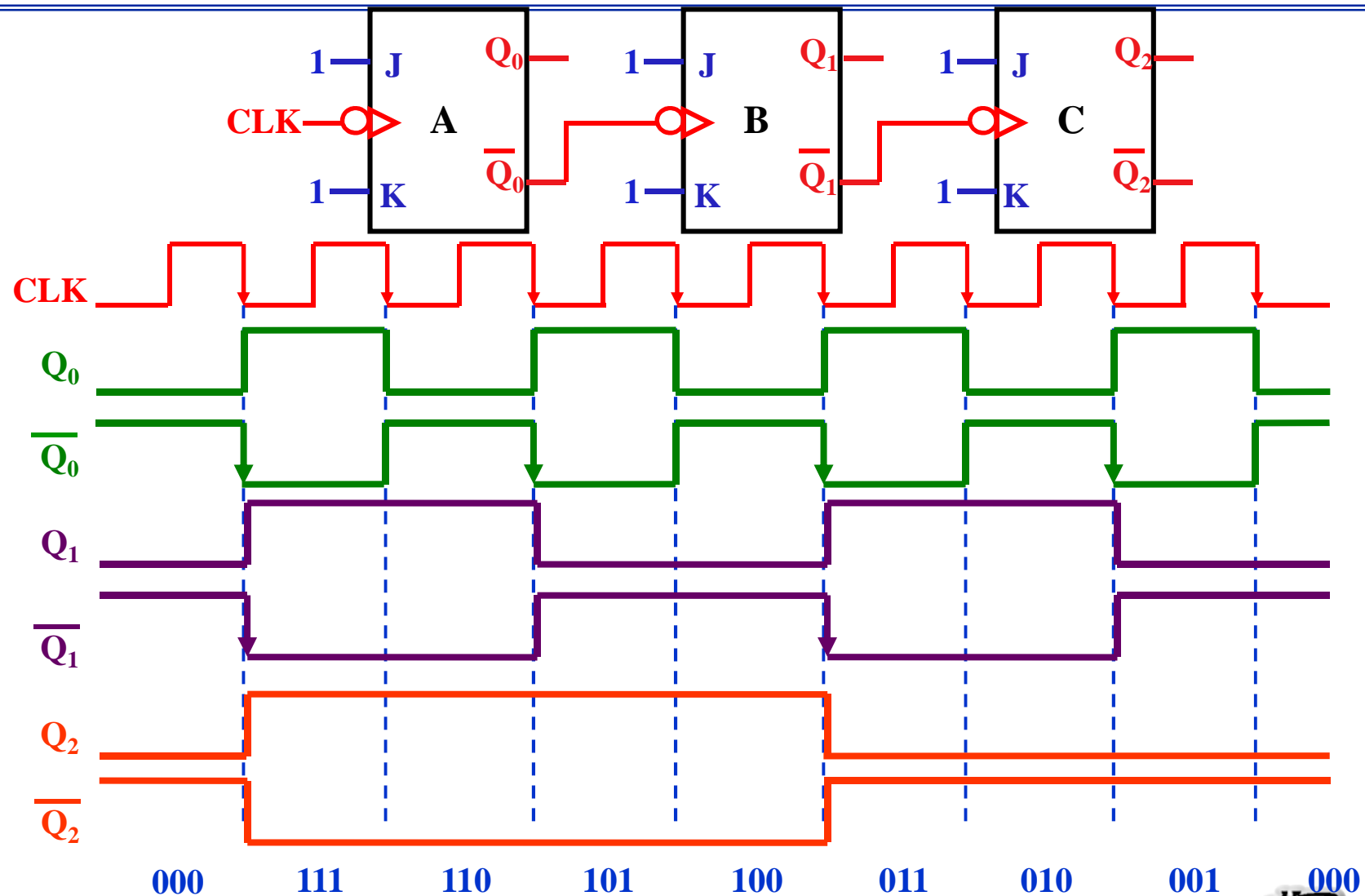
- Contadores decrescentes contam regressivamente
- Mesmo circuito que conta crescente, mas com *clocks* gerados pelas saídas dos terminais complementares
- $(\overline{Q_0}, \overline{Q_1}, \overline{Q_2}, \dots, \overline{Q_n})$
- Obs.: Figura no slide seguinte

Exercício: Contadores Decrescentes

Desenhe as formas de onda das saídas de cada Flip-Flop



Solução: Contadores Decrescentes



Exercício

3. Projete um contador de módulo 10 que conte de 0 (0000) a 9 (1001).

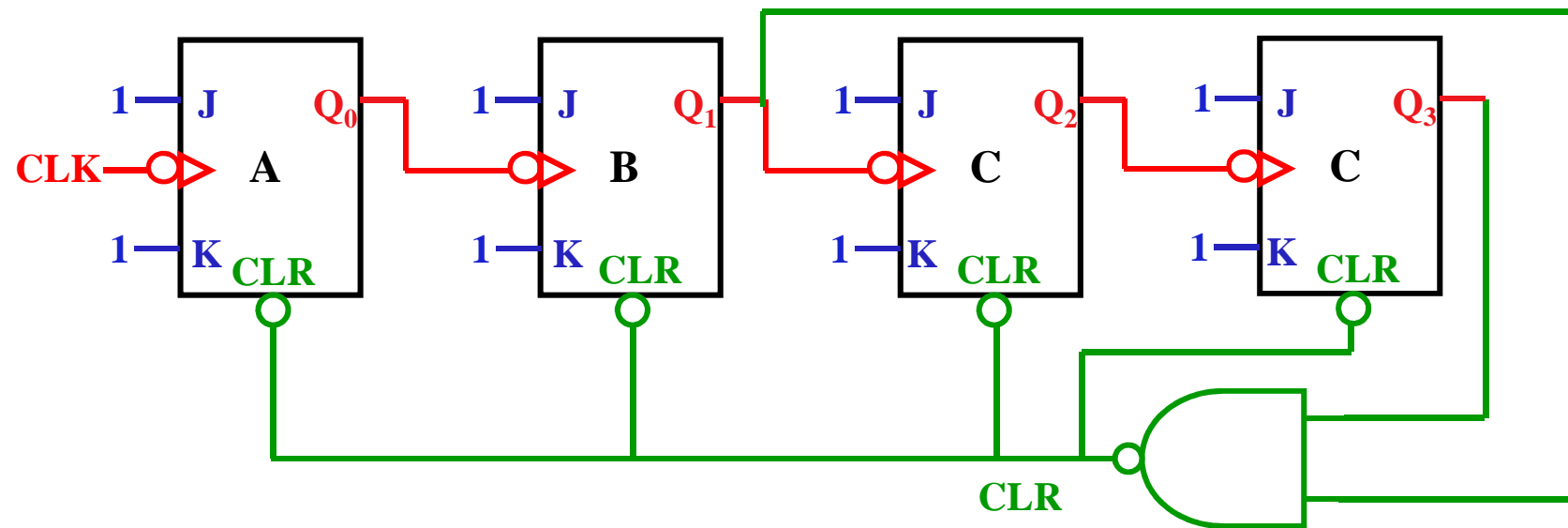
Solução

3. Projete um contador de módulo 10 que conte de 0 (0000) a 9 (1001).

Solução:

- Para contar até 8 são necessários 3 FFs.
- Para contar acima de 8 são necessários 4 FFs.
- Como o contador deve contar até 1001, a NAND deve usar o valor imediatamente seguinte (1010) para reinicializar o contador.

Solução



Exercício

4. Projete um contador de módulo 24 que conte de 0 a 23, usando Flip-Flops tipo T.

Solução

4. Projete um contador de módulo 24 que conte de 0 a 23, usando Flip-Flops tipo T.

Para contar até 23 precisamos de 5 FFs, pois $2^4=16$ e $2^5=32$.

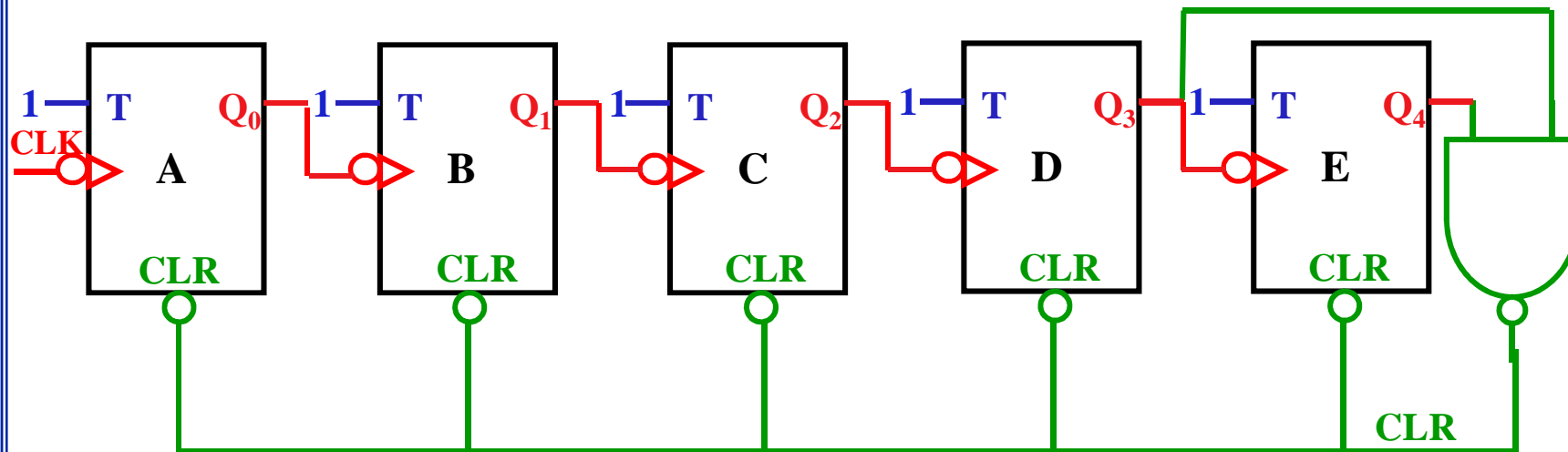
$23_{10} = 10111_2$ é o último valor a ser contado pelo contador.

$24_{10} = 11000_2$ não deve ser contado, e os bits Q_3 e Q_4 devem ser usados como entradas para a Porta NAND para "Resetar" os Flip-Flops reiniciando a contagem para 0.

Solução

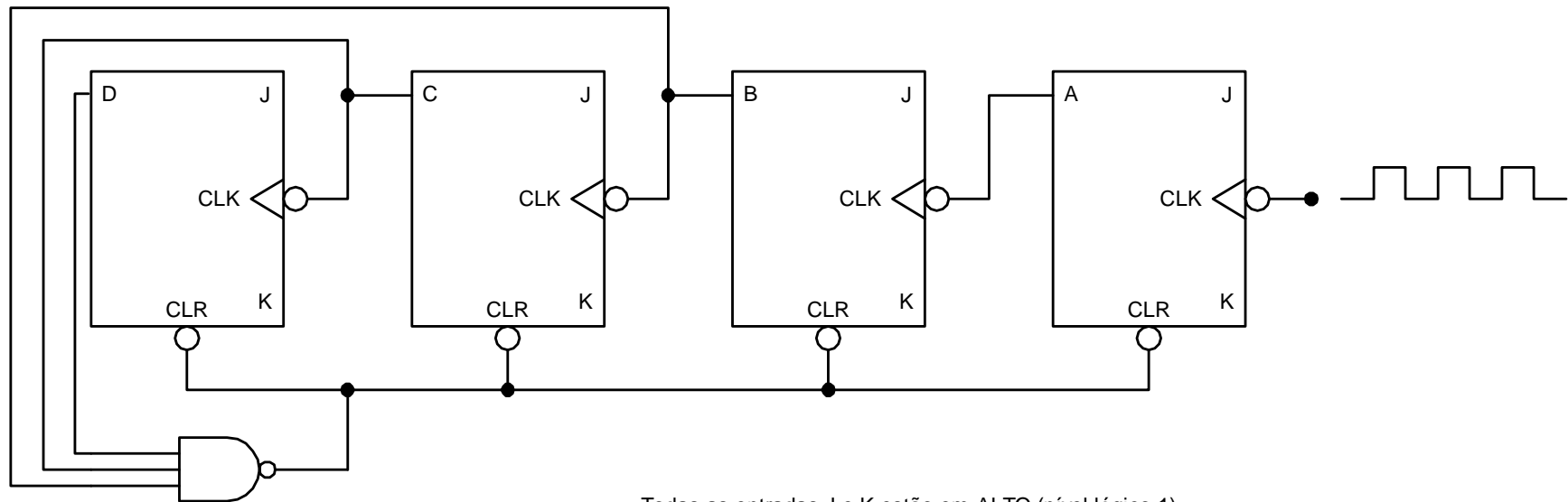
4. Projete um contador de módulo 24 que conte de 0 a 23, usando Flip-Flops tipo T.

$24_{10} = 11000_2$ bits Q_3 e Q_4 usados como entradas da Porta NAND.



Exercício

4. Determine o módulo do contador da figura a seguir



Todas as entradas J e K estão em ALTO (nível lógico 1)

Resumo da Aula de Hoje

Tópicos mais importantes:

- Contadores de Módulo $\leq 2^N$
- Contadores Decrescentes