

Relatório do Trabalho 2

CI1068 - Circuitos Lógicos

1. Entendendo os semáforos

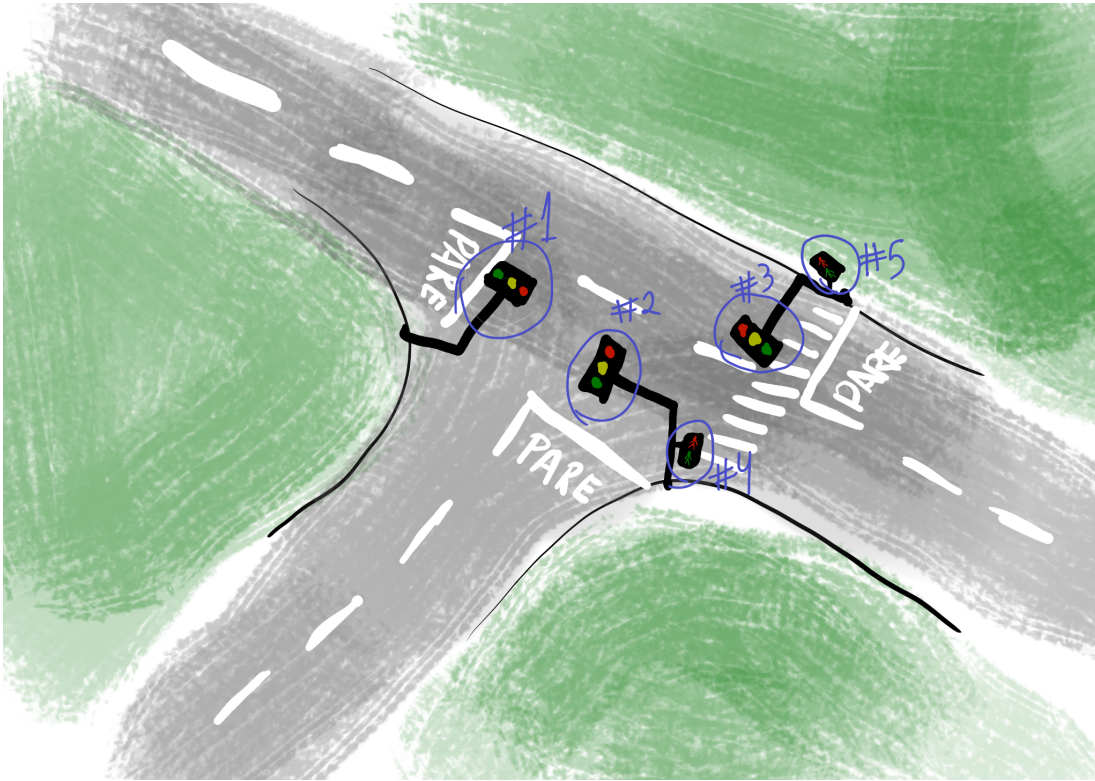


Imagem 1 - semáforos

Lendo a descrição do trabalho conseguimos ter as seguintes informações:

- Os semáforos #1 e #3 possuem o mesmo comportamento.
- Os semáforos #4 e #5 possuem o mesmo comportamento.
- Os semáforos irão ficar vermelho quando o pedestre apertar o botão, e logo após isso vão continuar seus ciclos normalmente.

Com essas informações podemos abstrair que os sinaleiros #1 e #3 agora são o sinaleiro A, que o sinaleiro #2 é o B. Não é necessário abstrair uma letra para o #4 e #5, porque do modo que eles vão ser implementadas não vão necessitar de um circuito próprio.

O sinaleiro A possui o seguinte comportamento:

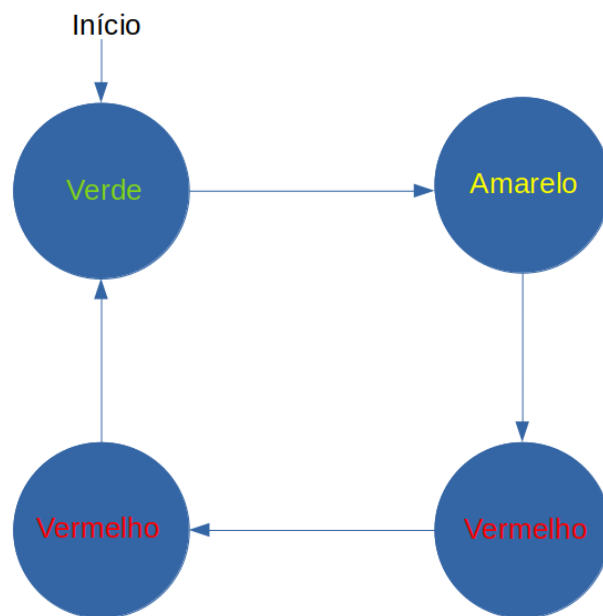


Imagem 2 - Comportamento do sinaleiro A

E o sinaleiro B possui o seguinte comportamento:

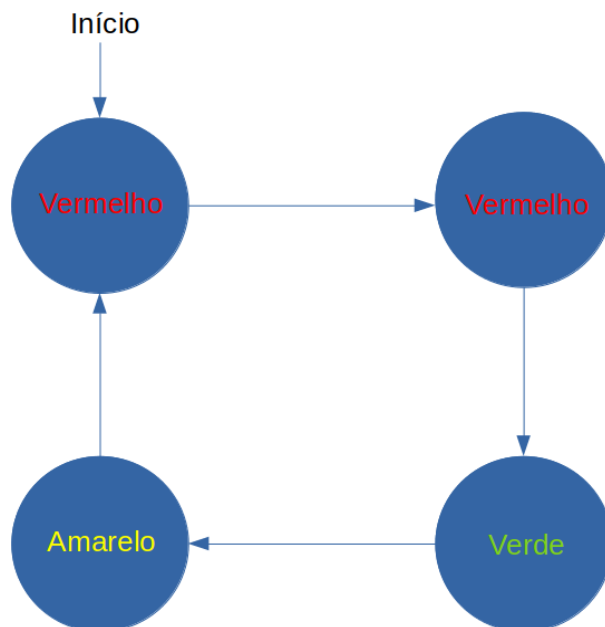


Imagem 3 - Comportamento do sinaleiro B

Sabendo qual vai ser o comportamento dos sinaleiros A e B podemos agora começar a construir as tabelas.

2. Tabelas e mapa de Karnaugh do sinaleiro A

2.1 Básico da tabela

Antes de construir a tabela precisamos construir a **máquina de estado finito**, o que é basicamente os diagramas mostrados nas imagens 2 e 3, a diferença é que vamos definir o estado e a saída. O modelo de **FSM** que vamos utilizar é a **Máquina de Moore**.

Como visto no diagrama da imagem 2, a máquina de moore terá 4 estados com 4 saídas, portanto teremos que usar 2 bits, cada saída representará uma cor no nosso sinaleiro, seguindo essa tabela:

| Saída | | Cor |
|-------|---|----------|
| 0 | 0 | Verde |
| 0 | 1 | Amarelo |
| 1 | 0 | Vermelho |

Tabela 1 - Tabela de cores sinaleiro A

Na tabela abaixo vamos definir para cada estado qual deverá ser a saída para gerar a sequência mostrada na imagem 2.

| Estado | | Saída | |
|--------|---|-------|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

Tabela 2 - Básica com Estado e saída

Finalmente no diagrama fica assim:

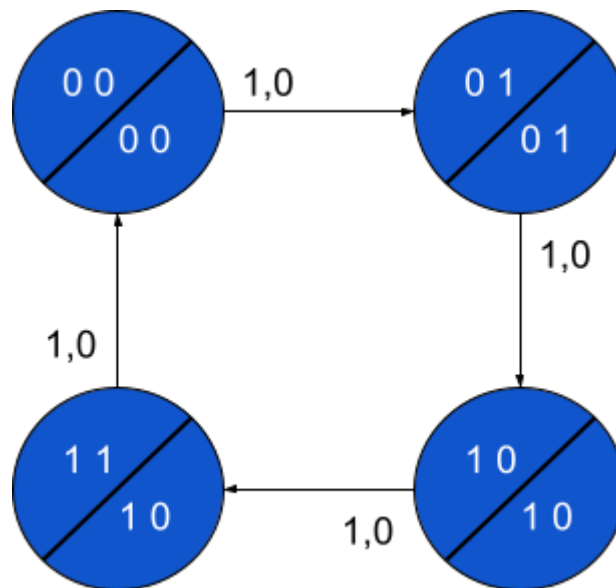


Imagem 3 - Diagrama FSM-A

Agora temos todo o necessário para terminar de construir a tabela principal do circuito.

2.2 Tabela Base

A primeira tabela que vamos construir servirá como base para construir os mapas de Karnaugh e possui as colunas: Estado Atual, Próximo Estado, Flip Flop e Saídas. Como o flip flop utilizamos é o **FF-D**, a coluna “próximo estado” e “Flip Flop” vão ser iguais.

| Estado Atual | | Próximo Estado | | Flip Flop | | Saídas | |
|--------------|---|----------------|---|-----------|---|--------|---|
| | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Tabela 3 - Tabela base para construir os mapas

2.3 Mapa de Karnaugh do “Próximo Estado”

Essa tabela tem todas as informações para construir o mapa para o próximo estado.

| Estado Atual | | FF | |
|--------------|----|-----|-----|
| q1 | q0 | ff1 | ff0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

Tabela 4 - Informações para construir o mapa do “Próximo Estado”

2.3.1 Mapa para ff1

| q1 \ q0 | 0 | 1 |
|---------|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |

Tabela 5 - ff1 do “Próximo Estado”

Temos que **ff1** = **q1*!q0 + !q1*q0**.

2.3.1 Mapa para ff0

| q1 \ q0 | 0 | 1 |
|---------|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabela 6 - ff0 do “Próximo Estado”

Temos que **ff0** = **!q0**.

2.4 Mapa de Karnaugh das “Saídas”

Informações para construir as saídas do estado A.

| Estado Atual | | Saída | |
|--------------|----|-------|----|
| q1 | q0 | s1 | s0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

Tabela 7- Informações para construir o mapa da “Saídas”

2.4.1 Mapa do s1

| q1 \ q0 | 0 | 1 |
|---------|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Tabela 8 - s1 da “Saídas”

Temos que **s1 = q1**

2.4.2 Mapa do s0

| q1 \ q0 | 0 | 1 |
|---------|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |

Tabela 9 - s0 da “Saídas”

Temos que $s0 = !q1 * q0$

3. Tabelas e mapa de Karnaugh do sinaleiro B

3.1 Básico da tabela

Agora vamos construir todos os mapas para o sinaleiro B, o mesmo processo feito com o A.

As cores serão representadas da seguinte maneira:

| Saída | | Cor |
|-------|---|----------|
| 0 | 0 | Vermelho |
| 1 | 1 | Amarelo |
| 1 | 0 | Verde |

Tabela 10 - Tabela de cores sinaleiro B

A FSM do sinaleiro B ficará dessa forma:

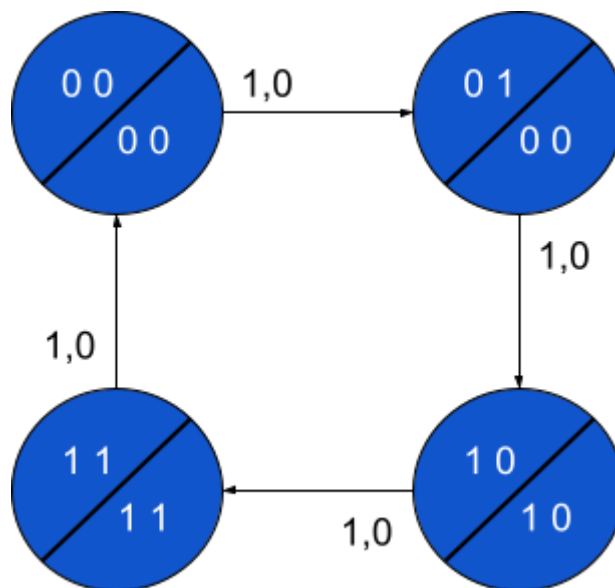


Imagem 4 - Diagrama FSM-B

3.2 Tabela Base

| Estado Atual | | Próximo Estado | | Flip Flop | | Saídas | |
|--------------|---|----------------|---|-----------|---|--------|---|
| | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Tabela 11 - Tabela base para construir os mapas

3.3 Mapa de Karnaugh do “Próximo Estado”

| Estado Atual | | FF | |
|--------------|----|-----|-----|
| q1 | q0 | ff1 | ff0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

Tabela 12 - Informações para construir o mapa do “Próximo Estado”

3.3.1 Mapa para ff1

| q1 \ q0 | 0 | 1 |
|---------|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabela 13 - ff1 do “Próximo Estado”

Temos que $ff1 = q1 * !q0 + !q1 * q0$

3.3.2 Mapa para ff_0

| $q_1 \setminus q_0$ | 0 | 1 |
|---------------------|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Tabela 14 - ff_0 do “Próximo Estado”

Temos que $ff_0 = !q_0$

3.4 Mapa de Karnaugh das “Saídas”

Informações para construir as saídas do estado B.

| Estado Atual | | Saída | |
|--------------|-------|-------|-------|
| q_1 | q_0 | s_1 | s_0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabela 15- Informações para construir o mapa da “Saídas”

3.4.1 Mapa do s_1

| $q_1 \setminus q_0$ | 0 | 1 |
|---------------------|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Tabela 16 - s_1 da “Saídas”

Temos que $s_1 = q_1$

3.4.2 Mapa do s_0

| $q_1 \setminus q_0$ | 0 | 1 |
|---------------------|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |

Tabela 17 - s_0 da “Saídas”

Temos que $s_0 = q_1 * q_0$

4. Construindo os circuitos

Agora vamos começar a dar vida aos nossos semáforos. Primeiro vamos construir o circuito de cada semáforo A e B, vamos chamá-los de **controlador A** e **B**.

4.1 Controlador A

O circuito foi construído usando as seguintes informações:

- $ff1 = q1 * !q0 + !q1 * q0$
- $ff0 = !q0$
- $s1 = q1$
- $s0 = !q1 * q0$

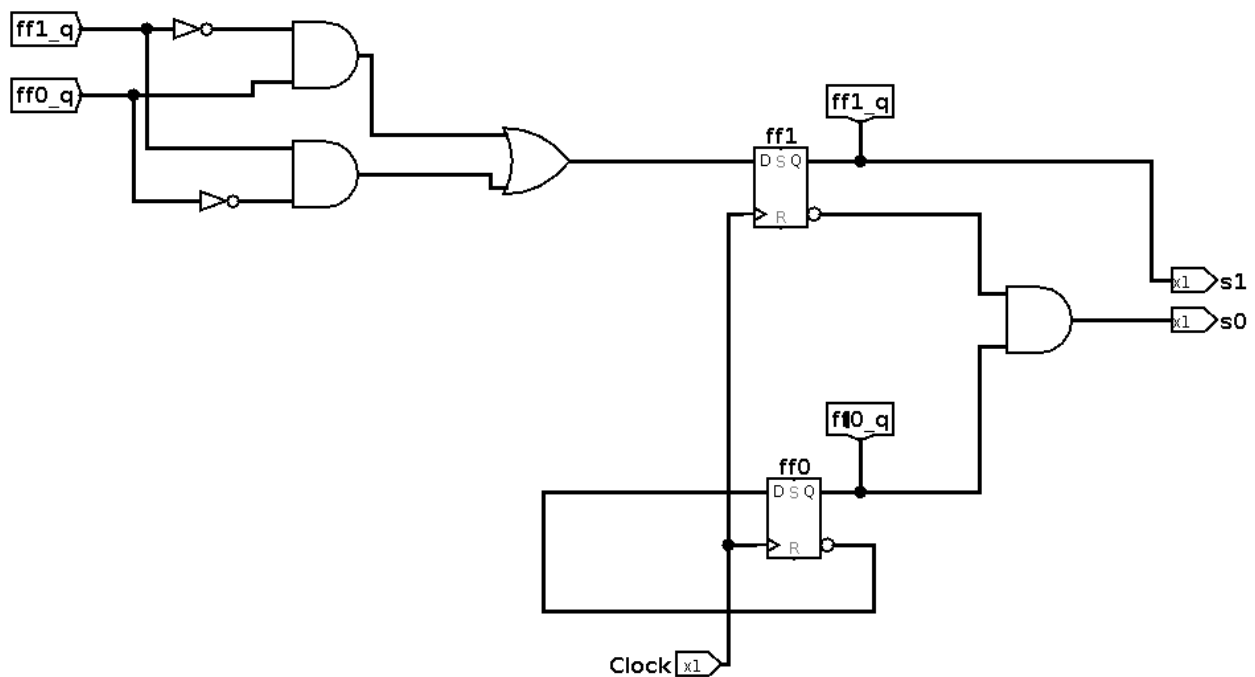


Imagem 5 - Circuito Controlador A

4.2 Controlador B

O circuito foi construído usando as seguintes informações:

- $ff1 = q1 * !q0 + !q1 * q0$
- $ff0 = !q0$
- $s1 = q1$
- $s0 = q1 * q0$

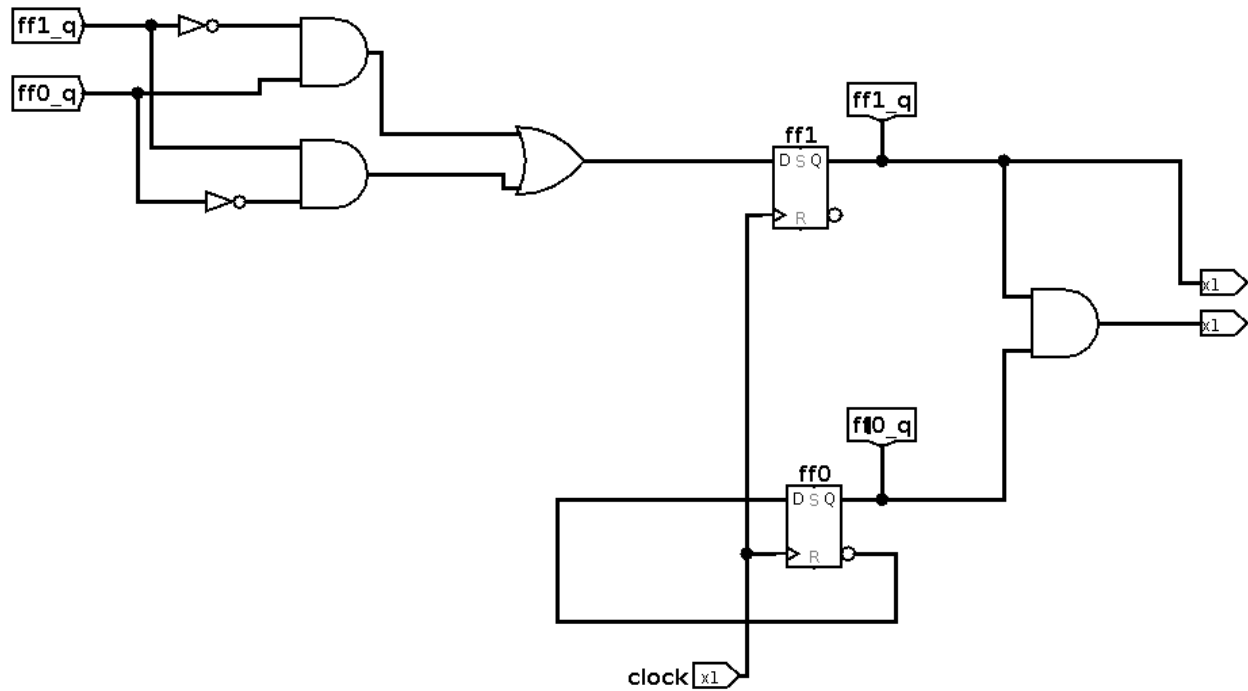


Imagem 5 - Circuito Controlador B

4.3 Circuito “Detecta Vermelho”

A ideia desse circuito é que ele detecte quando os sinaleiros estiverem em um estado em que no próximo clock todos possam ser vermelhos. Se isso for verdade E o pedestre apertou o botão, então no próximo ciclo os semáforos A e B deverão ser vermelhos e o do pedestre verde, e o clock do controlador A e B ficam “congelados” durante esse ciclo.

| Tempo | Semáforo A | Semáforo B |
|-------|------------|------------|
| 1 | Verde | Vermelho |
| 2 | Amarelo | Vermelho |
| 3 | Vermelho | Verde |
| 4 | Vermelho | Amarelo |

Tabela 18 - Exemplo do “Detecta Vermelho”

Nesse exemplo acima no tempo 4 o detecta vermelho deve ter a saída lógica alta, caso o contrário aconteça (Semáforo A = Amarelo e Semáforo B = Vermelho) a saída também deve ser alta.

4.3 Tabela do “Detecta Vermelho”

| Semáforo A | | Semáforo B | | Saída |
|------------|----|------------|----|-------|
| a1 | a0 | b1 | b0 | s0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 19 - Tabela do “Detecta Vermelho”

4.4 Mapa de Karnaugh “Detecta Vermelho”

| a1a0 \ b1b0 | 0 0 | 0 1 | 1 1 | 1 0 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 0 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Tabela 20 -Mapa de Karnaugh “Detecta Vermelho”

Temos que nossa saída do “Detecta Vermelho” é igual a: $\neg a1 * a0 * \neg b1 + a1 * b1 * b0$

4.5 Circuito implementado “Detecta Vermelho”

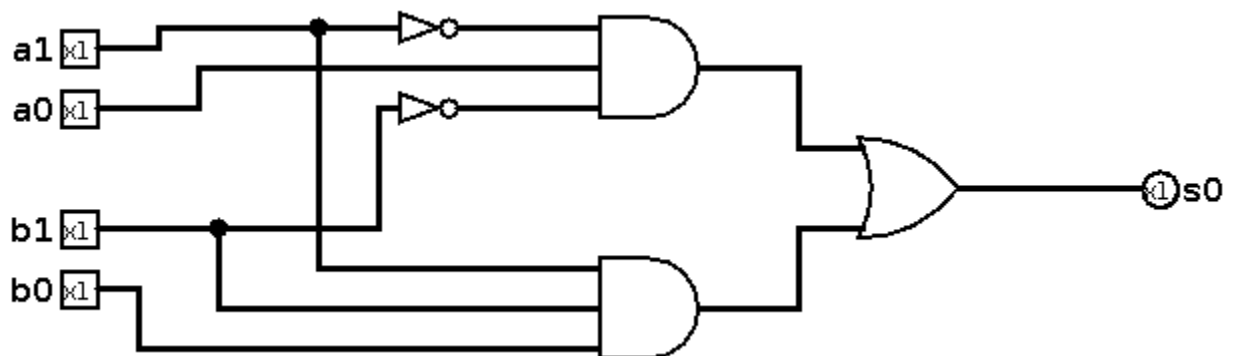


Imagem 6 - Circuito implementado “Detecta Vermelho”

4.4 Circuitos “Semáforos”

Esses circuitos são os responsáveis por traduzir a saída do controlador para verde, amarelo ou vermelho. Cada controlador necessita de um “Semáforo” específico.

Eu adicionei uma entrada chamada “S_vermelho” para setar a saída como vermelho, isso porque quando o pedestre aperta o botão e o detecta vermelho tem saída alta o clock dos controladores são “congelados”, na verdade bloqueados, portanto ele continuam no mesmo estado, consequentemente o semáforo não muda para vermelho(No caso do controlador em que o estado seja amarelo), por isso quando é o ciclo do pedestre atravessar eu seto o semáforo como vermelho.

4.4.1 Semáforo A

Esse é o semáforo para traduzir as saídas do Controlador A.

| S_vermelho | Entradas | | Saídas | | |
|------------|----------|----|--------|---------|----------|
| | a1 | a0 | verde | amarelo | vermelho |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

4.4.1.1 Mapa para saída “Verde”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 0 | 1 |
| 0,1 | 0 | 0 |
| 1,1 | 0 | 0 |
| 1,0 | 0 | 0 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: Verde = **$\neg a1 * \neg a0 * S_vermelho$**

4.4.1.2 Mapa para saída “Amarelo”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 0 | 0 |
| 0,1 | 0 | 1 |
| 1,1 | 0 | 0 |
| 1,0 | 0 | 0 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: Amarelo = **$\neg a1 * a0 * S_vermelho$**

4.4.1.3 Mapa para saída “Vermelho”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 1 | 0 |
| 0,1 | 1 | 0 |
| 1,1 | 1 | 1 |
| 1,0 | 1 | 1 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: Vermelho = **$S_vermelho + a1$**

4.4.1.4 Circuito do semáforo A

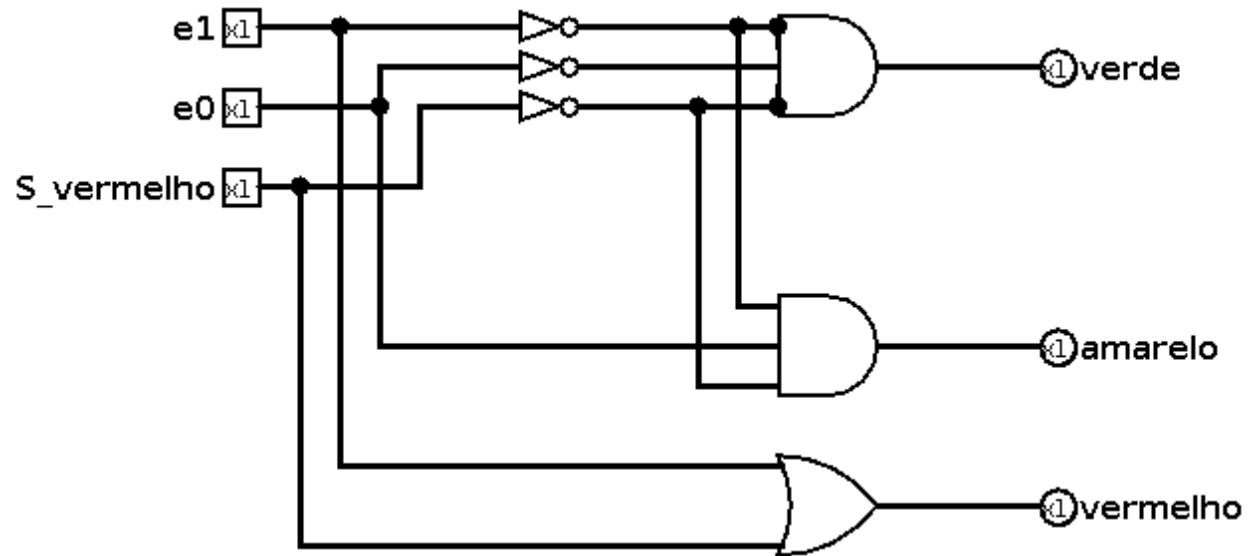


Imagem 7 - Circuito do semáforo A

4.4.2 Semáforo B

Esse é o semáforo para traduzir as saídas do Controlador B.

| S_vermelho | Entradas | | Saídas | | |
|------------|----------|----|--------|---------|----------|
| | b1 | b0 | verde | amarelo | vermelho |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | x | x | x |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | x | x | x |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

4.4.2.1 Mapa para saída “Verde”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 0 | 0 |
| 0,1 | x | x |
| 1,1 | 0 | 0 |
| 1,0 | 0 | 1 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: **Verde = !S_vermelho*b1*!b0**

4.4.2.2 Mapa para saída “Amarelo”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 0 | 0 |
| 0,1 | x | x |
| 1,1 | 0 | 1 |
| 1,0 | 0 | 0 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: **Amarelo = !S_vermelho*b0**

4.4.2.3 Mapa para saída “Vermelho”

| a1a0 \ S_vermelho | 1 | 0 |
|-------------------|---|---|
| 0,0 | 1 | 1 |
| 0,1 | x | x |
| 1,1 | 1 | 0 |
| 1,0 | 1 | 0 |

A partir do mapa temos a seguinte expressão: **Vermelho = S_vermelho + !b1**

4.4.2.4 Circuito do semáforo B

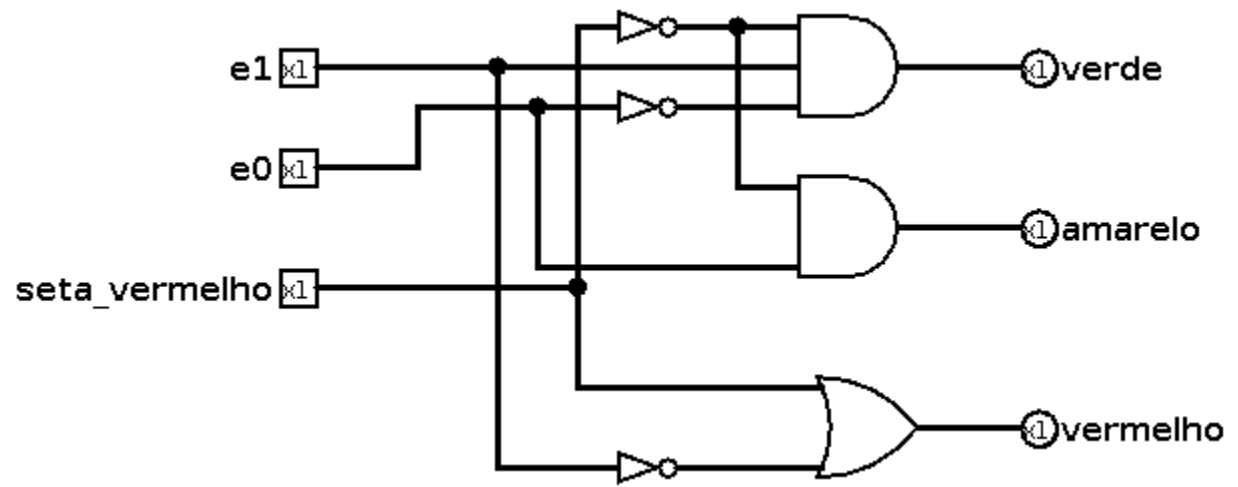


Imagem 8 - Circuito do semáforo B

5. Circuito completo

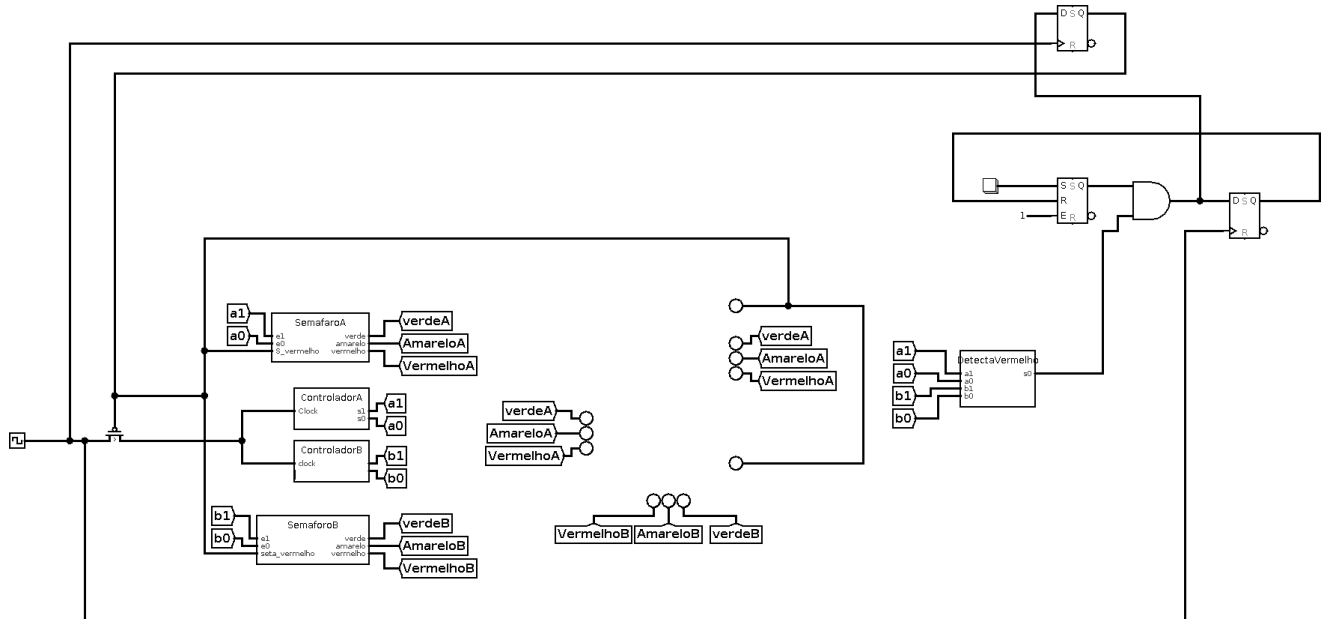


Imagem 9 - Circuito dos semáforos pronto

5.1 Parte de sincronização

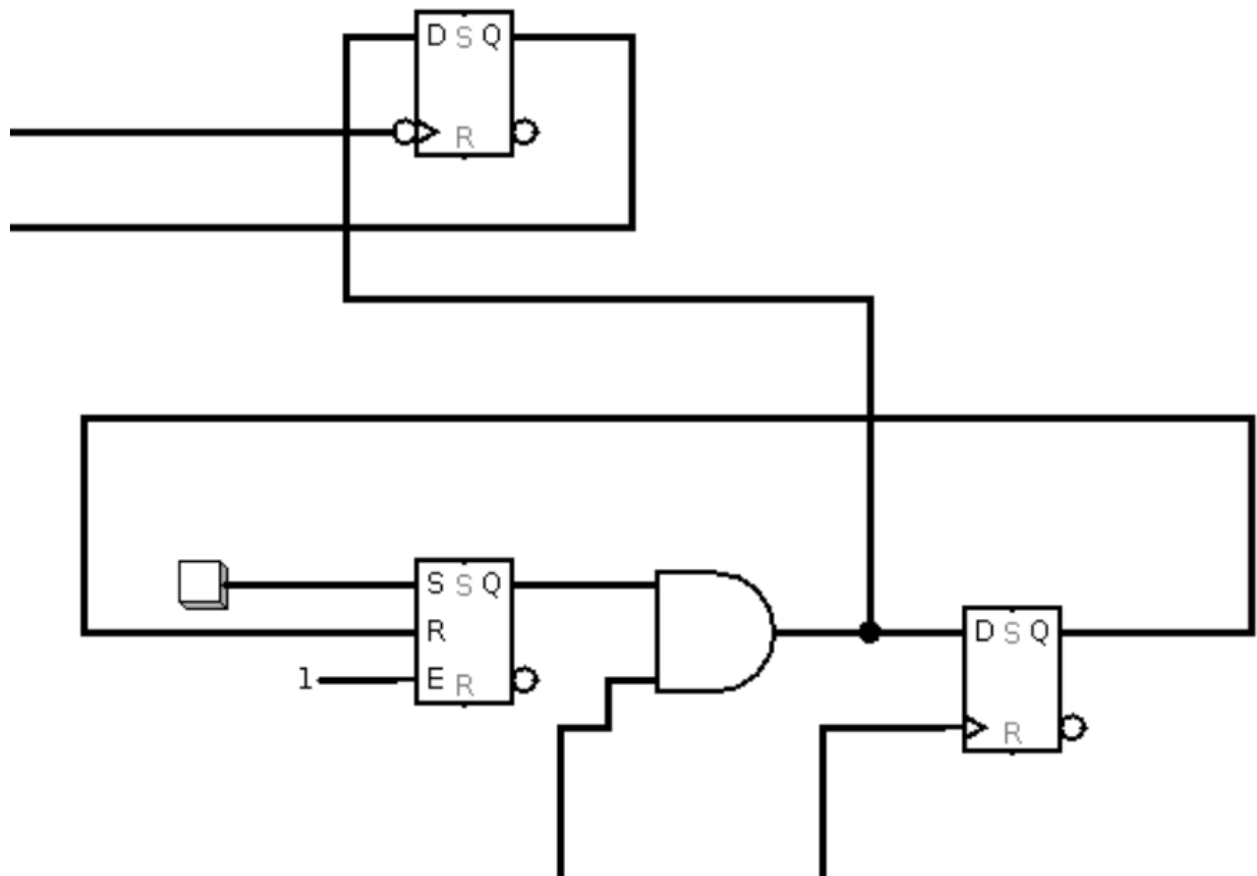


Imagem 10 - Parte responsável pela sincronização

A parte acima é responsável pela sincronização de quando o **botão é apertado** e quando o **detecta vermelho** estão **ativos**. O Flip Flop mais à direita na imagem 10 é responsável por resetar o botão. Já o Flip Flop mais acima é responsável por atrasar o sinal que seta os semáforos como vermelho e “congelar” o ciclo dos controladores, e quando esse Flip Flop estiver ativo é a hora do farol de pedestre ficar verde.