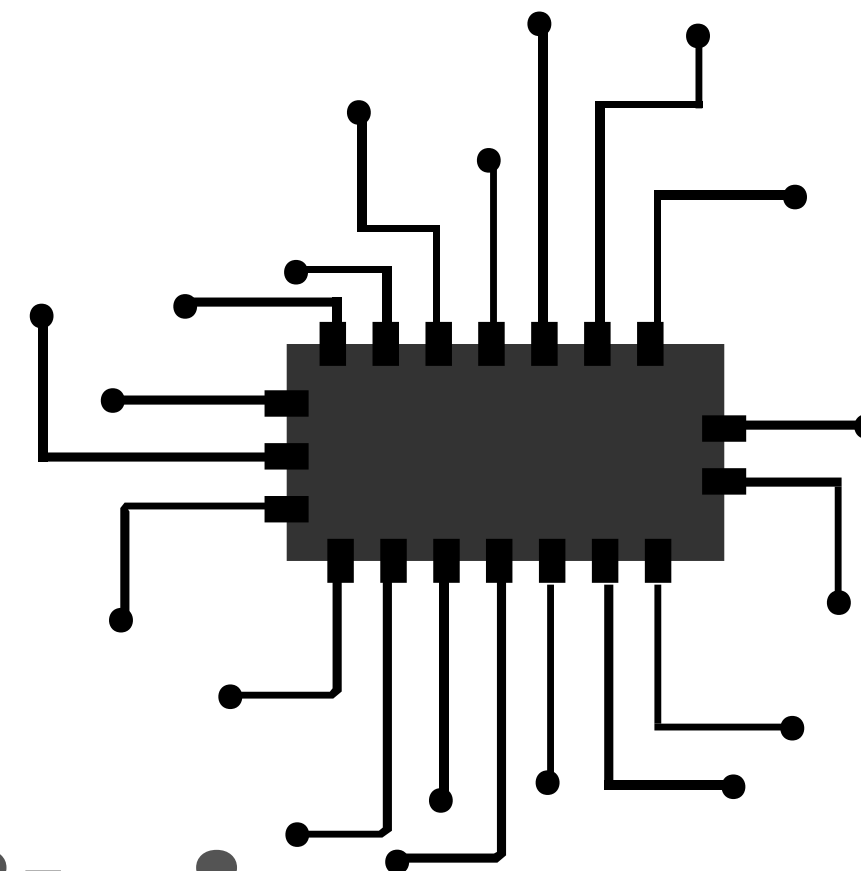




Universidade Estadual de Feira de Santana
Departamento de Tecnologia
Curso de Engenharia da Computação
Disciplina: MI - Projeto de circuitos digitais
Professor: Anfranserai Moraes Dias



Problema 03– Circuito Digitais

Cofre

PARTICIPANTES:

JOÃO MARCUS

PABLO GABRIEL



Apresentação do Problema:

Requisitos:

- **Implementação na placa DE10-Lite, utilizando a ferramenta Quartus II;**
- **DISPLAY COM INDICAÇÕES DE ESTADO (AL, PF, AB, FE, EM, BL, AF, E1, E2);**
- **PERMITIR ABERTURA E FECHAMENTO DO COFRE (NORMAL, REMOTO);**

ENTRADAS DE COMANDO:

- **A (MODO NORMAL/REMOTO), B (PROGRAMAÇÃO/CONFIRMAÇÃO);**
- **ENTRADA DE SENHA;**

SENSORES:

- **SPA (PORTA DO COFRE),**
- **SPN (PINO DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO);**
- **ABERTURA REMOTA (SAF) E CHAVE MESTRA (H);**
- **SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE BASEADO EM MEF COM MODOS NORMAL E REMOTO;**
- **AÇÃO AUTOMATIZADA DOS PINOS DE FECHAMENTO (CLOSE);**
- **O ESTADO ATUAL DO COFRE É SEMPRE EXIBIDO NO DISPLAY PARA O USUÁRIO.**



Criação de um diagrama de Alto Nível

Como determinar o funcionamento do cofre?

Sinais necessários para obter saídas desejadas no Sistema;

Sinais automáticos;

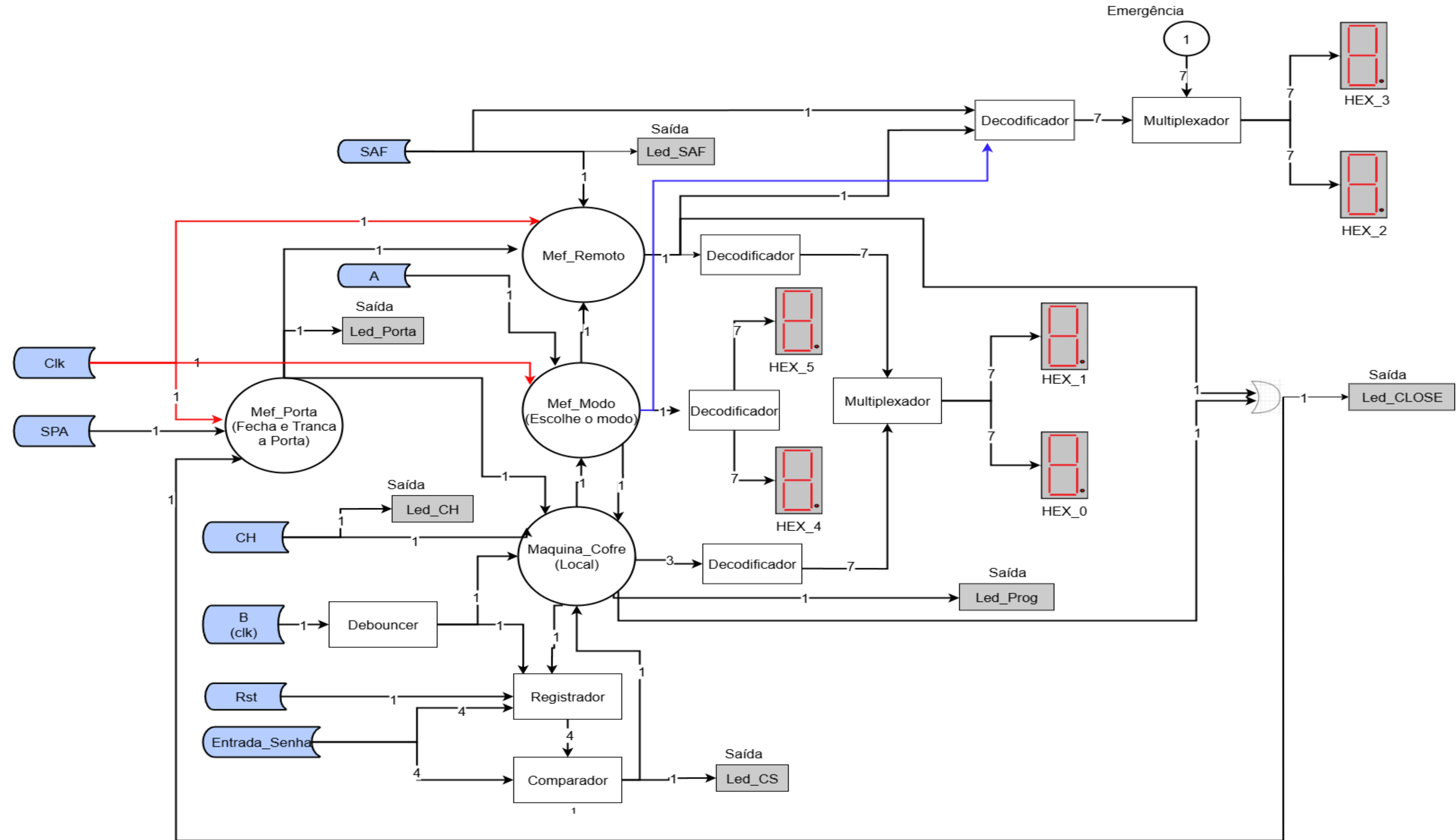
Redução de entradas das MEFs;

Entradas físicas;

Saídas;

A visualização e implementação do circuito, foi possível através do diagrama de alto nível logo abaixo.





Entradas e Saídas do circuito

Entradas:

**4 Switches para a senha;
1 Switch para o Modo (A),
1 Botão para Programação /
Confirmação (B),
1 Switch para a Porta(SPA),**

**1 Switch para o fechamento remoto (SAF),
1 Switch para a Chave Mestra (CH),
1 Botão para o reset (rst) ,
Clock de 50 MHz.**

Saídas:

- **Displays para exibir caracteres do Modo (AL, PF);**
- **Displays para exibir caracteres de Estados (Ab, AF, FE, E1, E2, bL);**
- **Displays para exibir caracteres de Emergência (EM);**
- **5 Leds da placa (Porta, CLOSE, SAF, CH, CS, Prog),**
- **4 Leds da placa (Apagados).**

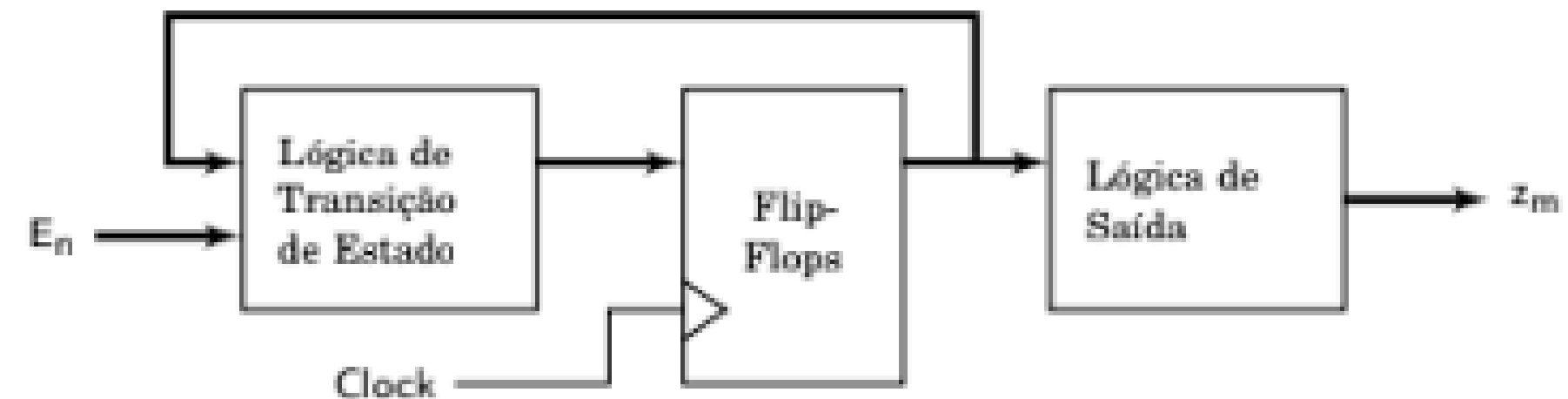


Seleção dos Estados:



Depois de decidir e separar as entradas e saídas necessárias:

- **Máquinas de Moore;**
- **Os diagramas de cada Mef foram construídos (4 no total);**
- **Tabelas de transições de estado;**
- **Tabelas de excitação dos estados;**
- **Extração da lógica de saída e transição de cada Mef por meio dos Mapas de Karnaugh.**



Verilog Estrutural:

Flip-Flops tipo D.

Diagrama de estados:

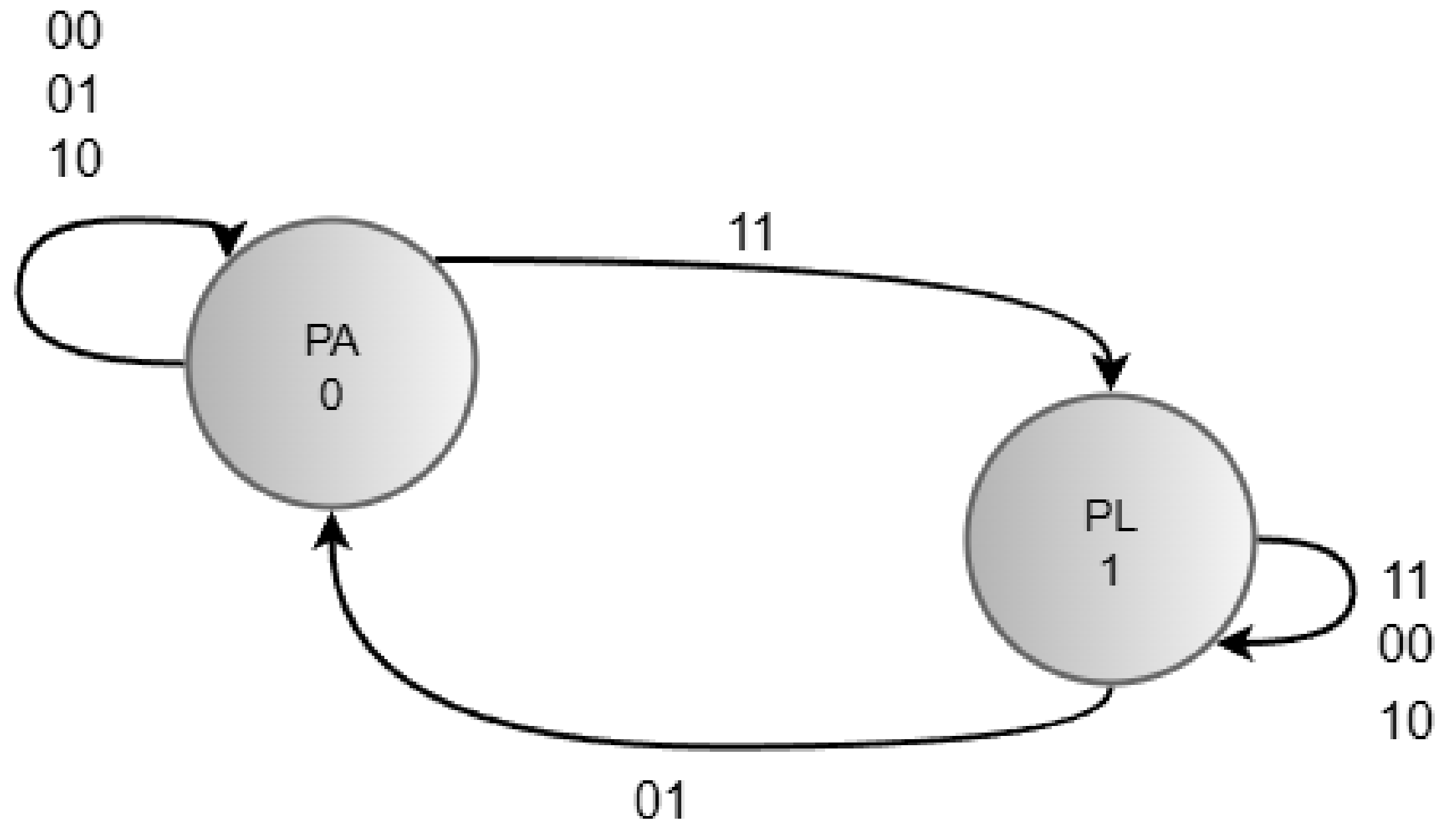
Máquina da Porta: Moore

Porta Aberta: PA (0);
Porta Fechada: PL (1);

Entradas:

SPA: 0 -> Aberta;
1 -> Fechada;
SPN: 0 -> Destravada;
1 -> Travada;
Clk: clk

Saída:
Sinal "Porta" - > Liga um led.



Circuito da MEF Porta:

Expressão extraída do mapa de Karnaugh:

$$D = Q \cdot \text{LGD}' + \text{SPA} \cdot \text{LGD}$$

Saída:

$$\text{Porta} = Q$$

Sinal "Porta".

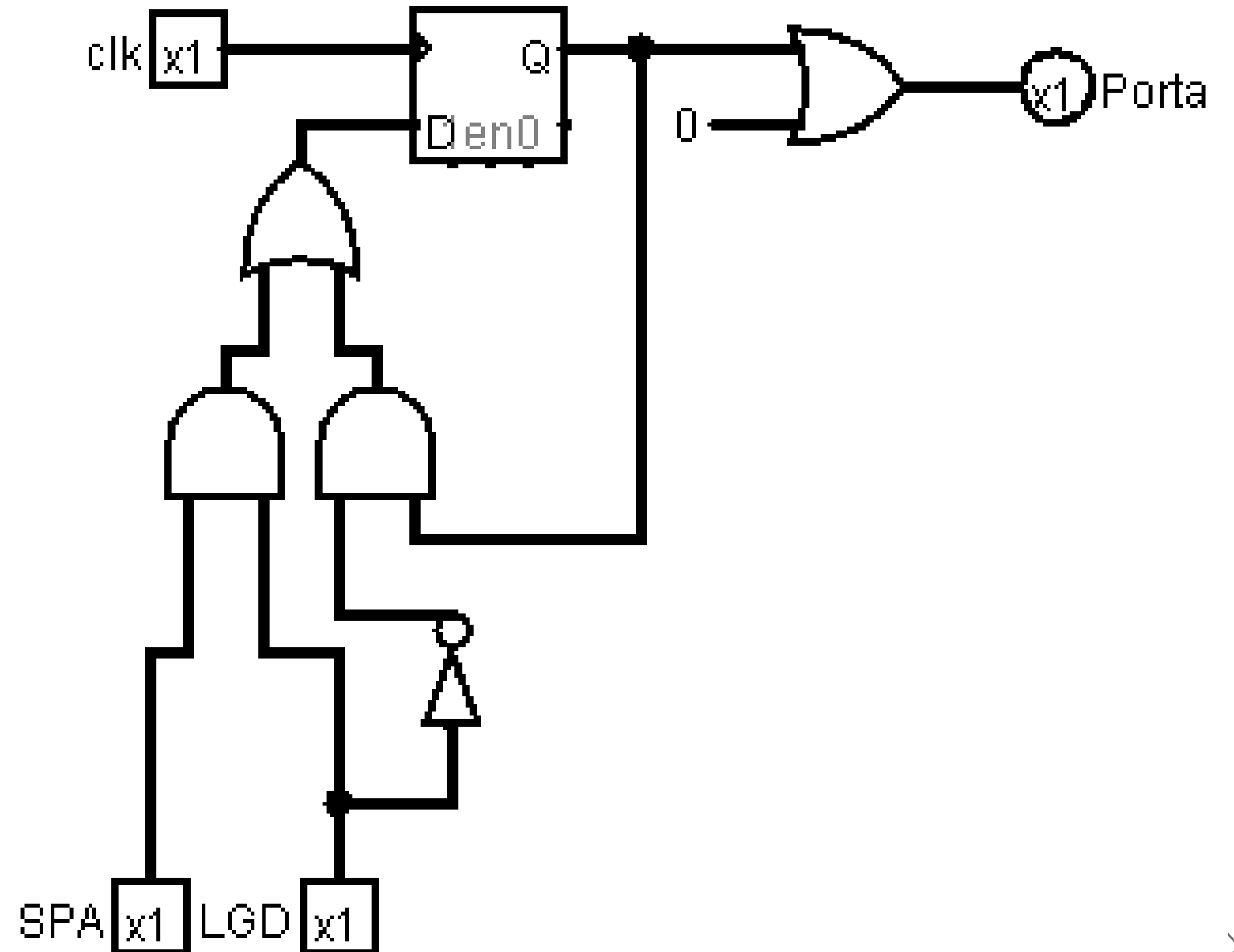


Diagrama de estados:

Máquina do Modo: Moore

Modo Normal: MN (0);

Modo Remoto: MR (1);

Entradas:

A: 0 -> Normal;

1 -> Remoto;

LGD 0 -> Ativa;

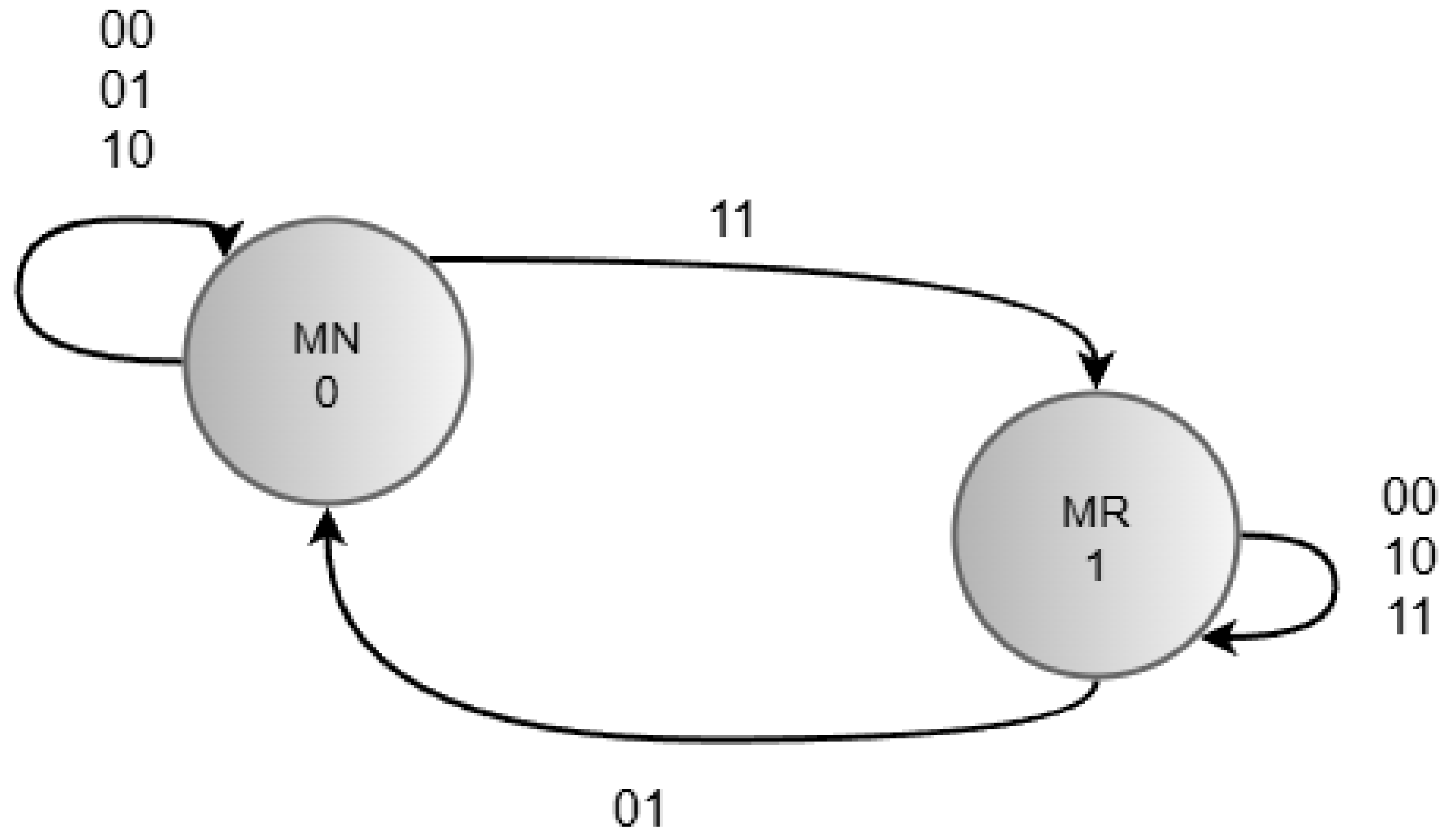
1 -> Desativa;

Clk: clk

Saída:

Sinal "Modo" .

Displays (HEX 5 e HEX 4) -> AL (Normal), PF (Remoto).



Circuito da MEF Modo:

Expressão de transição extraída do mapa de Karnaugh:

$$D = Q \cdot Mf_ds' + A \cdot Mf_ds$$

- **Saídas:**

Modo = Q

Sinal "Modo"

Lógica de saída para os displays :

- **HEX 5: (A ou P)**
- **a,b,e,f,g=0 c=Q d=1**
- **HEX 4: (L ou F)**
- **a,g=Q' b,c=1 e,f=0 d=Q**

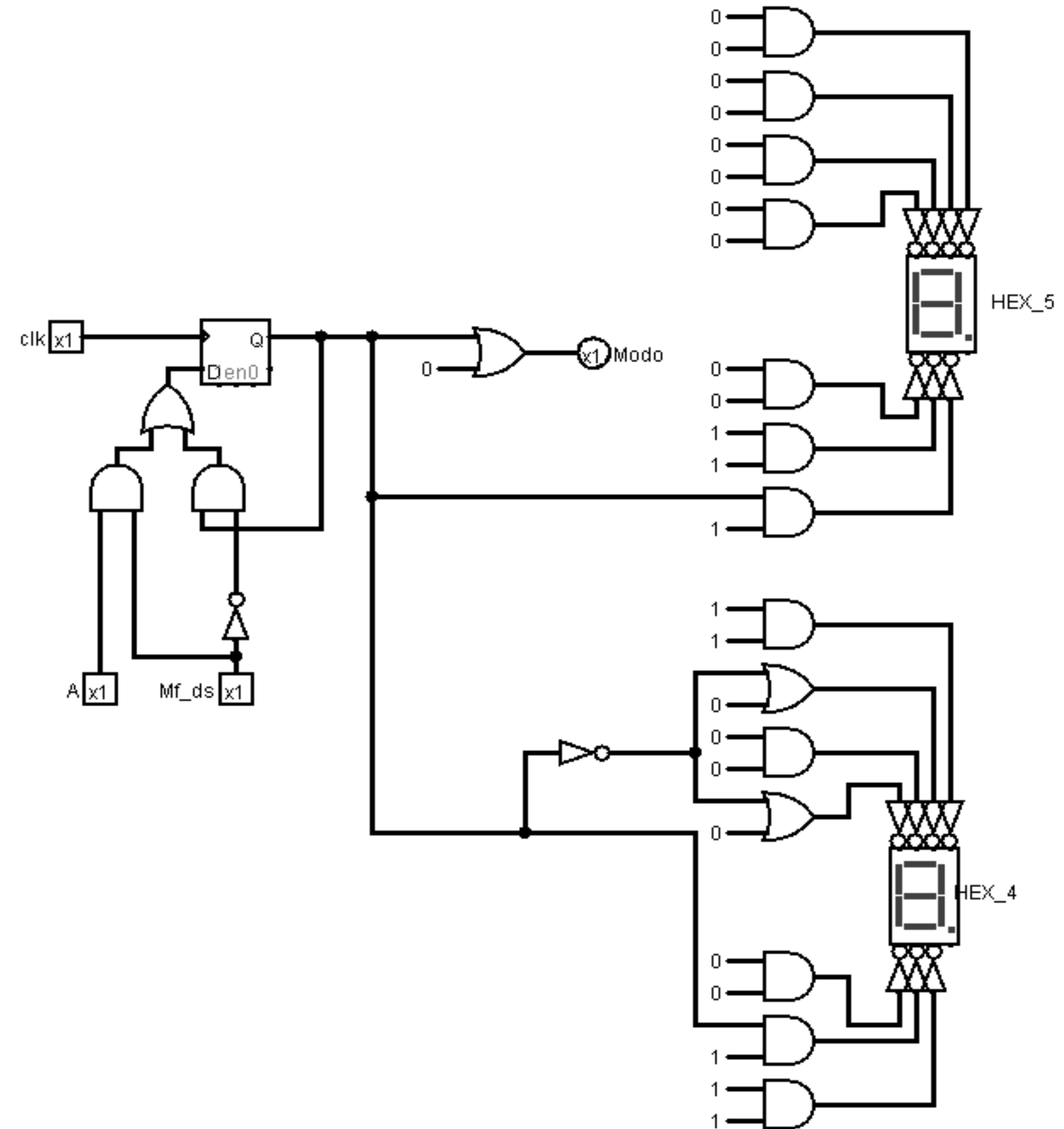


Diagrama de estados:

Máquina Remoto: Moore

Aberta em modo Remoto : ABR(0);
Fechada em modo Remoto : FER (1);

Entradas:

SAF: 0 → Aberta;
1 → Fechada;

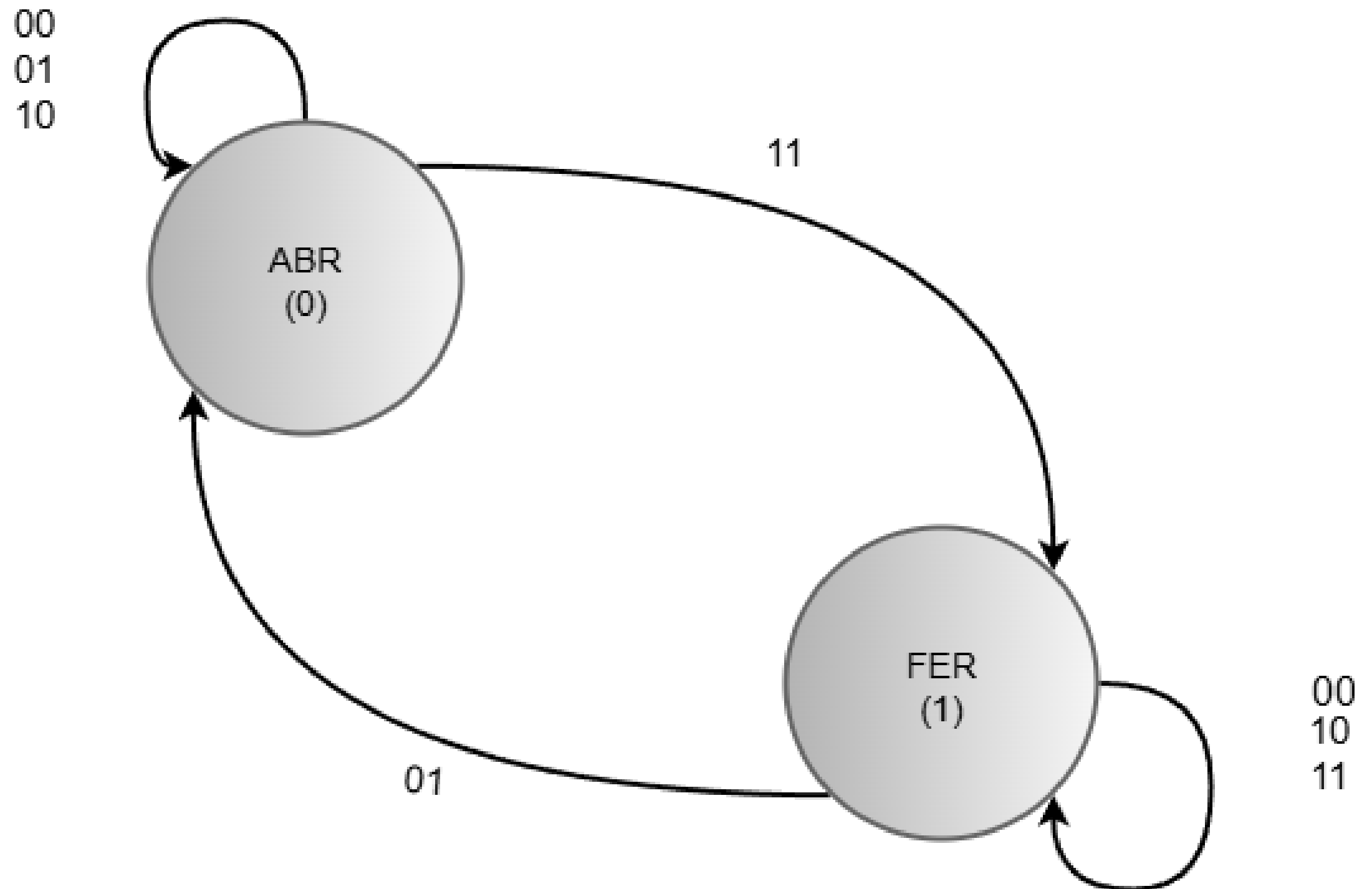
Porta 0 → Aberta;
1 → Fechada;

Clk_Remoto: clk, Modo → 1;

Saída:

Sinal "SPN_R" .

Displays (HEX 1 e HEX 0) → AF (Aberta), FE (Fechada).



Circuito MEF Remoto:

Expressão extraída do mapa de Karnaugh:

$$D = Q \cdot \text{SAF}' + A \cdot \text{SAF}$$

- **Saídas:**
- **SPN_R: Pino de Fechamento Remoto.**

Barramento para os displays:

- **HEX_1_Remoto; (A ou F)**

$$a, e, f, g = 0 \quad b, c = Q \quad d = 1$$

- **HEX_0_Remoto: (F ou E)**

$$a, e, f, g = 0 \quad b, c = 1, d = Q$$

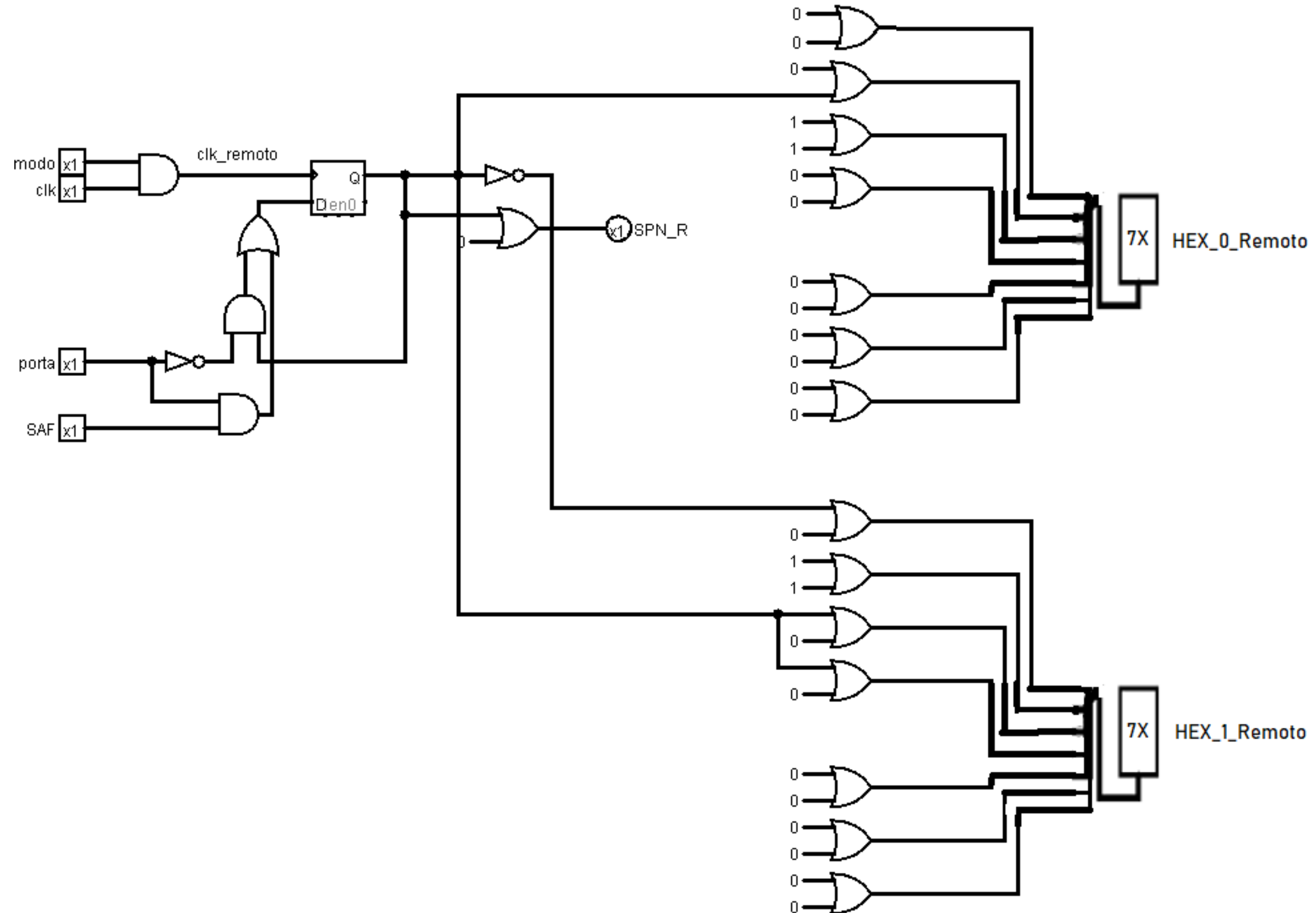
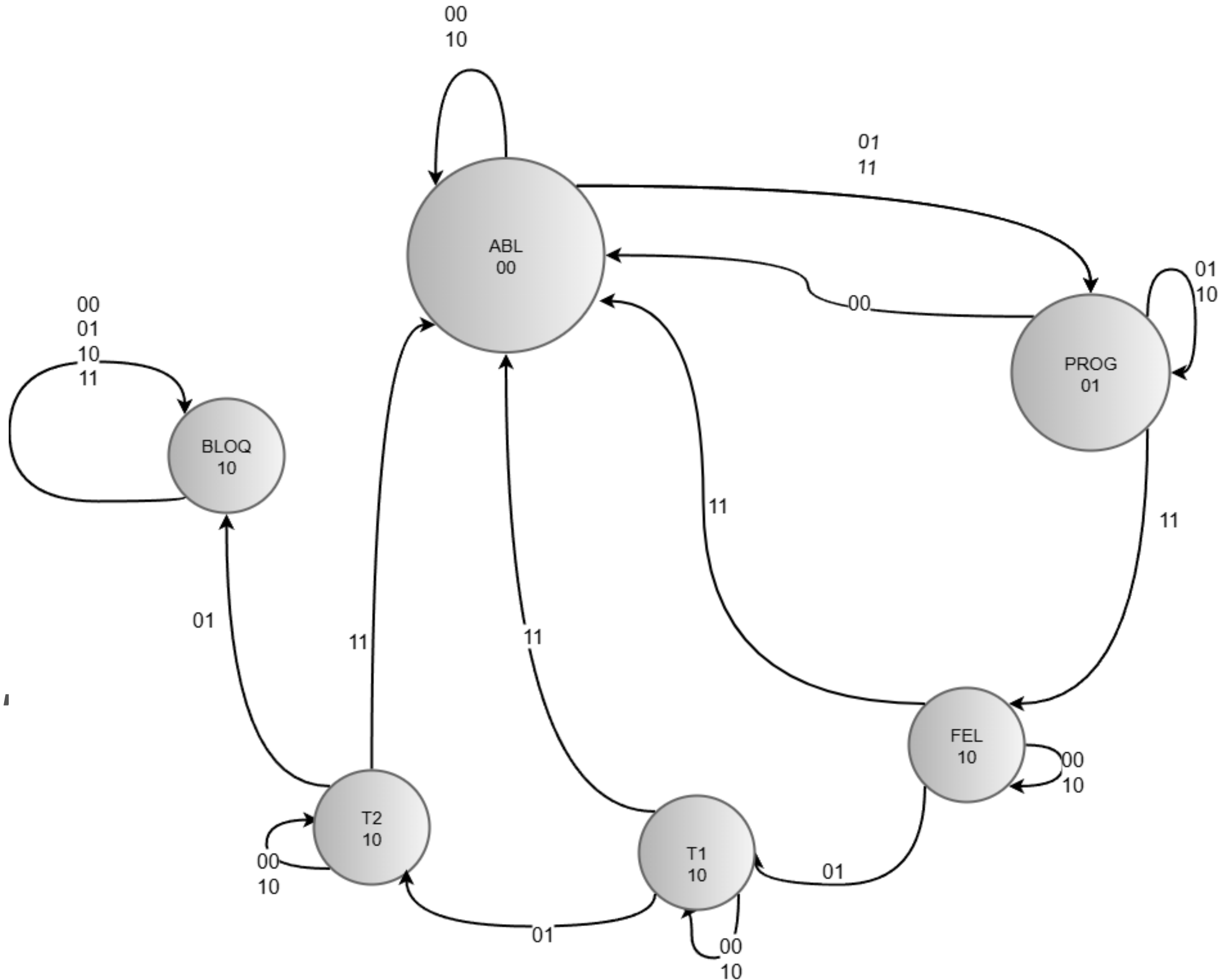


Diagrama de estados:

**Máquina Local:
Moore**

**Aberta em modo Local : ABL(000),
Programação: PROG (001),
Fechada em modo Local : FEL (010),
Tentativa 1: T1 (011),
Tentativa 2: T2 (100),
Bloqueado: BLOQ (101).**



Máquina Local:

Moore

Entradas:

CS: 0 → Senha incorreta;
1 → Senha correta;

Porta 0 → Aberta;
1 → Fechada;

Clk_local : B, **Modo** → 0, **SPN_R** → 0.

Saída:

Sinal “**SPN_L**” e “**Prog**” .

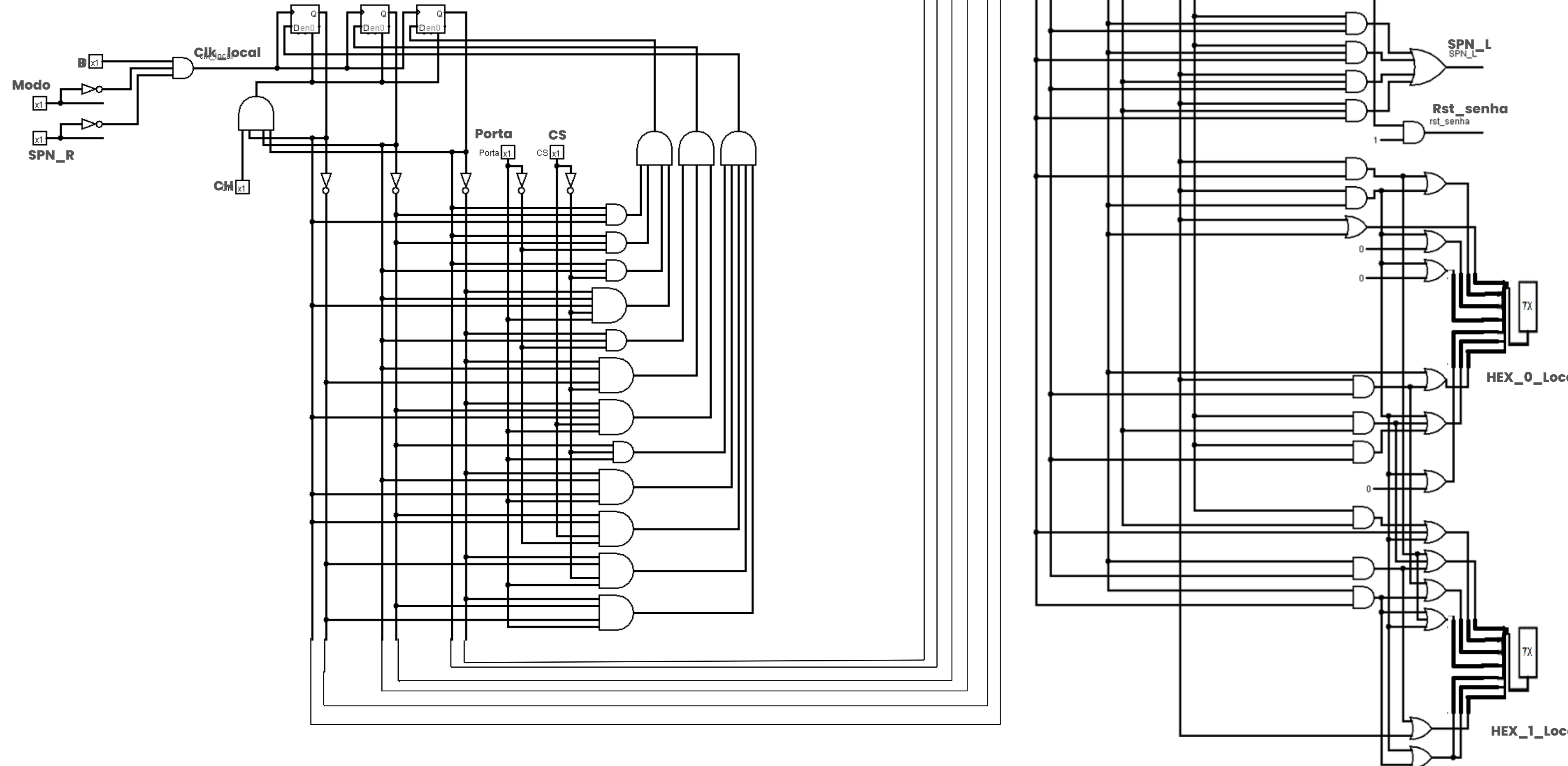
Displays (HEX 1 e HEX 0) → Ab (Aberta), FE (Fechada), E1 (Tentativa 1), E2 (Tentativa 2), bL (Bloqueado).

Reset:

CH: Chave Mestra;
Estado BLOQ.

BLOQ – > **ABL**

Circuito da MEF Local:



Circuito da MEF Local:

Expressão de transição extraída do mapa de Karnaugh:

$$D2 = Q2 Q1' Q0 + Q2 Q1' Porta' + Q2 Q1' CS' + Q2' Q1 Q0 CS' Porta$$

$$D1 = Q2' Q1 Porta' + Q2' Q1 Q0' CS' + Q2' Q1' Q0 CS Porta$$

$$D0 = Q2 Q1' Q0 + Q1' CS' Porta + Q2' Q1 Q0 Porta' + Q1' Q0 CS Porta' + Q2' Q0' CS' Porta + Q2' Q1' Q0' Porta$$

Saídas:

- **SPN_L: Pino de Fechamento Local. (FEL, E1, E2, bL)**
- **Prog, Mef_desativa, Rst_senha : Sinal de Programação. (PROG)**

Lógica de saída para os displays :

- **HEX_1_Local : (A , F , E ou b)**

$$a = Q2 Q0 + Q2 Q1 \quad b = Q1 + Q2 \quad c = Q1 + Q2 Q0 \quad d = Q2' Q1' + Q2 Q1 + Q2' Q0' \quad e, f, g = Q2 Q1$$

- **HEX_0_Local: (b , E , 1, 2 ou L)**

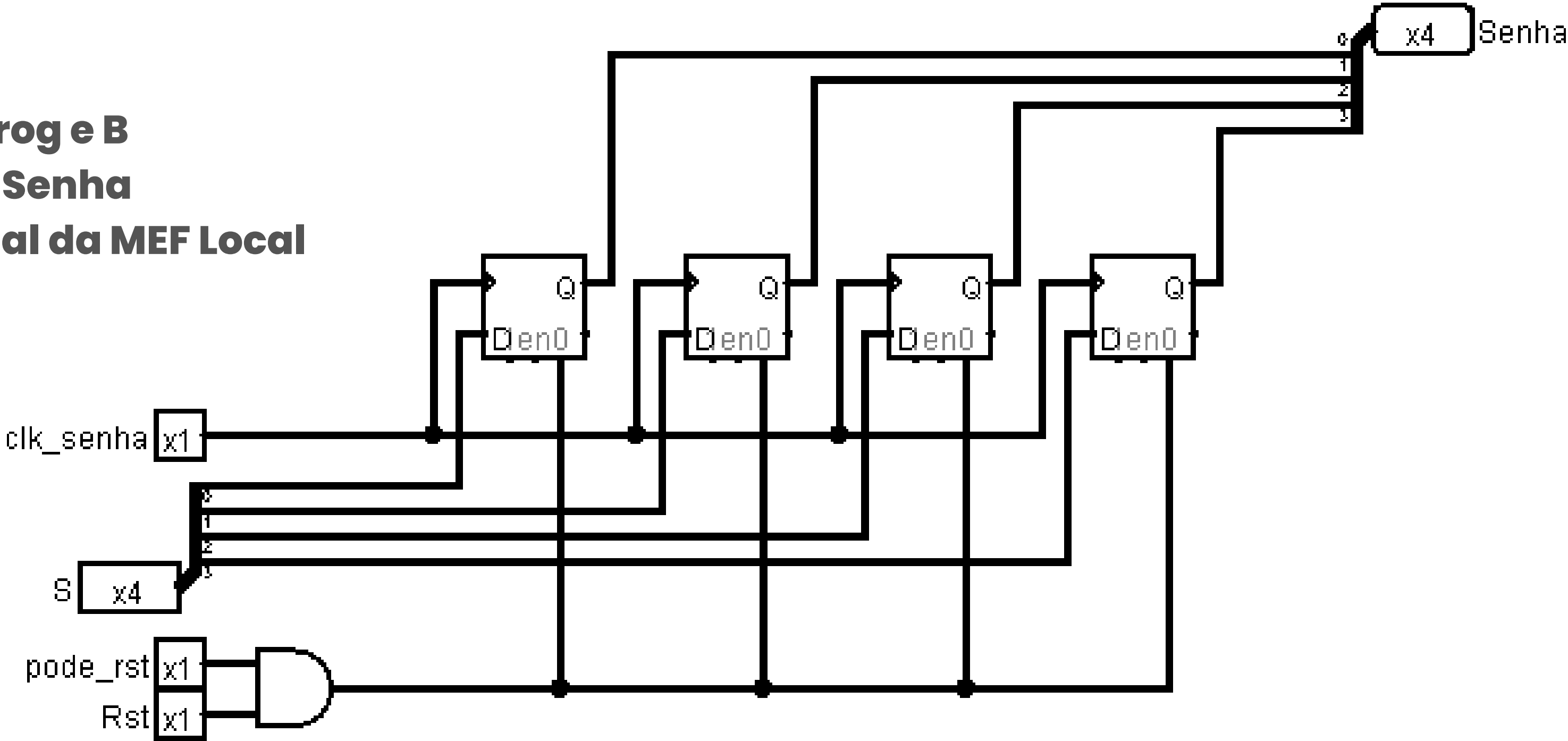
$$a = Q2' Q1' + Q0 + Q2 Q1 \quad b = Q2' Q1' + Q1 Q0' + Q2 Q0 \quad c = Q1 Q0' + Q2$$

$$d, e = Q1 Q0 + Q2 Q1 \quad f = Q1 Q0 + Q2 Q0' \quad g = Q1 Q0 + Q2 Q0 + Q2 Q1$$

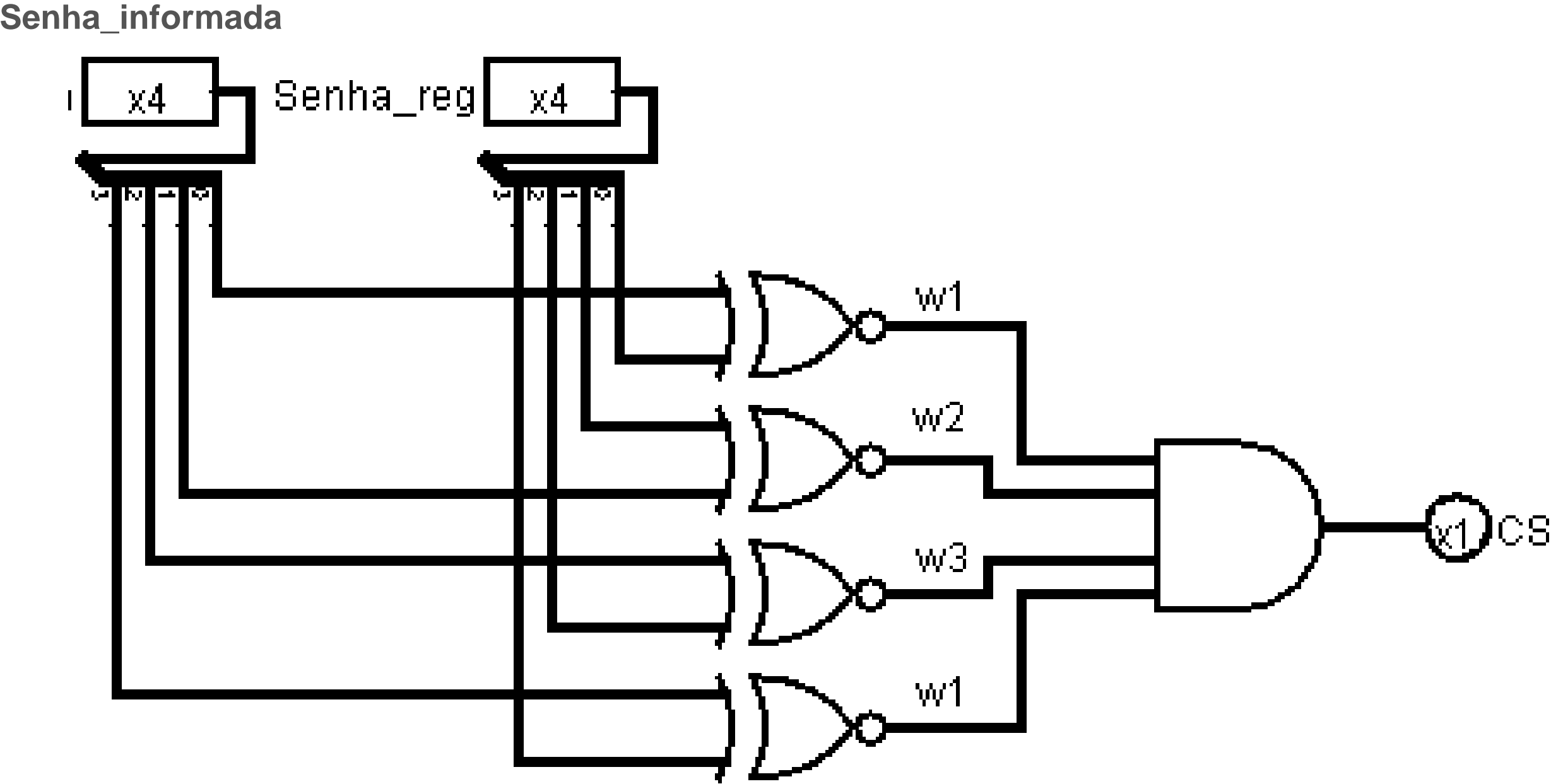
Circuito do Registrador Senha:

Entrada:

- clk_senha:** Prog e B
- S:** Entrada de Senha
- pode_rst:** Sinal da MEF Local
- Rst:** reset



Circuito Comparador de Senha:



Saída:

CS : Confirmação de Senha



Circuito do Mux Displays:

Multiplexaor simples instanciado várias vezes;

Possibilitou a passagem dos sinais de saída dos displays:

Mef Remoto ou Local:

Selecionador :

Modo e SAF e SPN_L

Emergência ou Apagado:

Selecionador :

Emergência : Situação de mal interpretação de entradas ou estados.

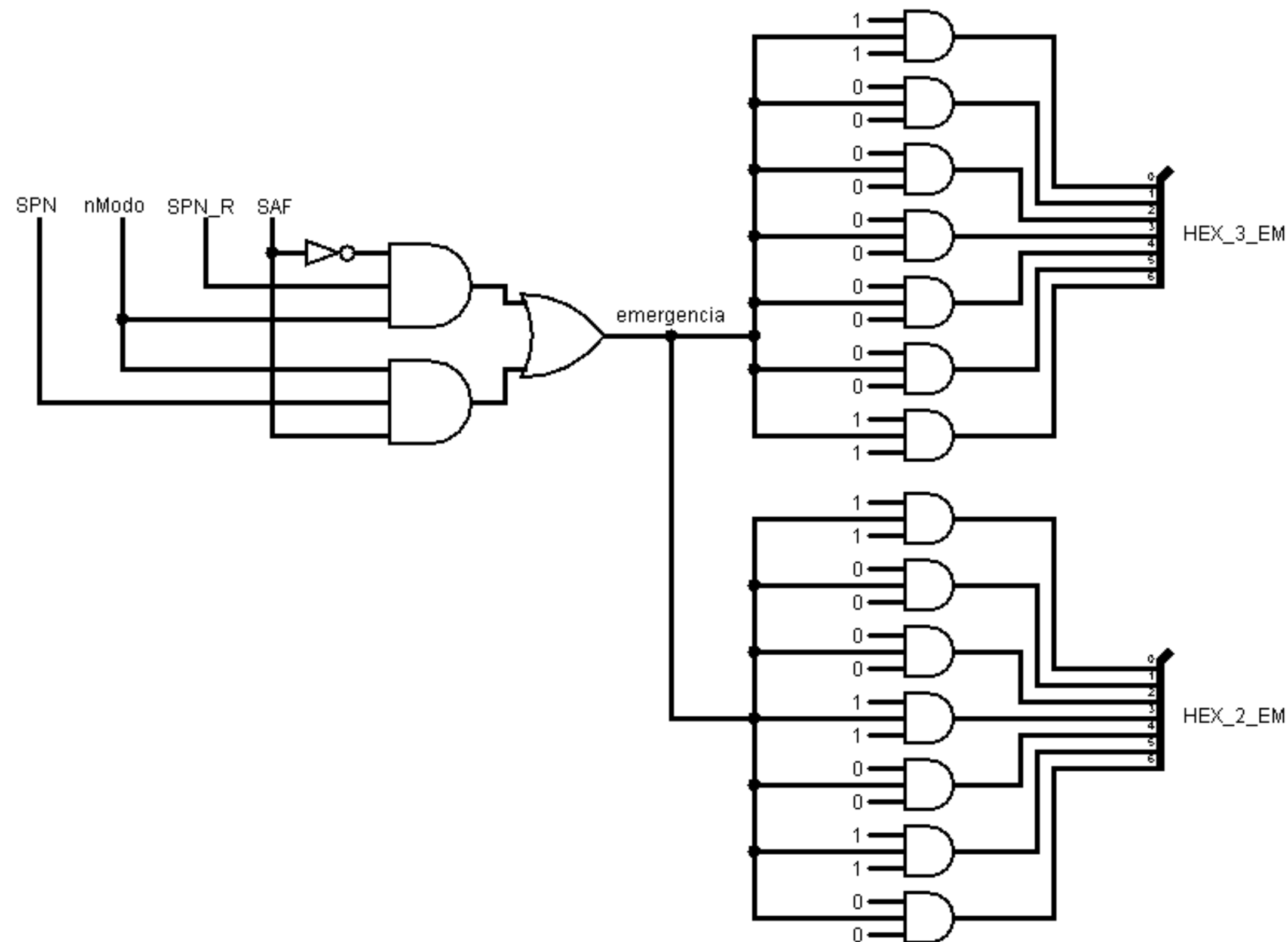
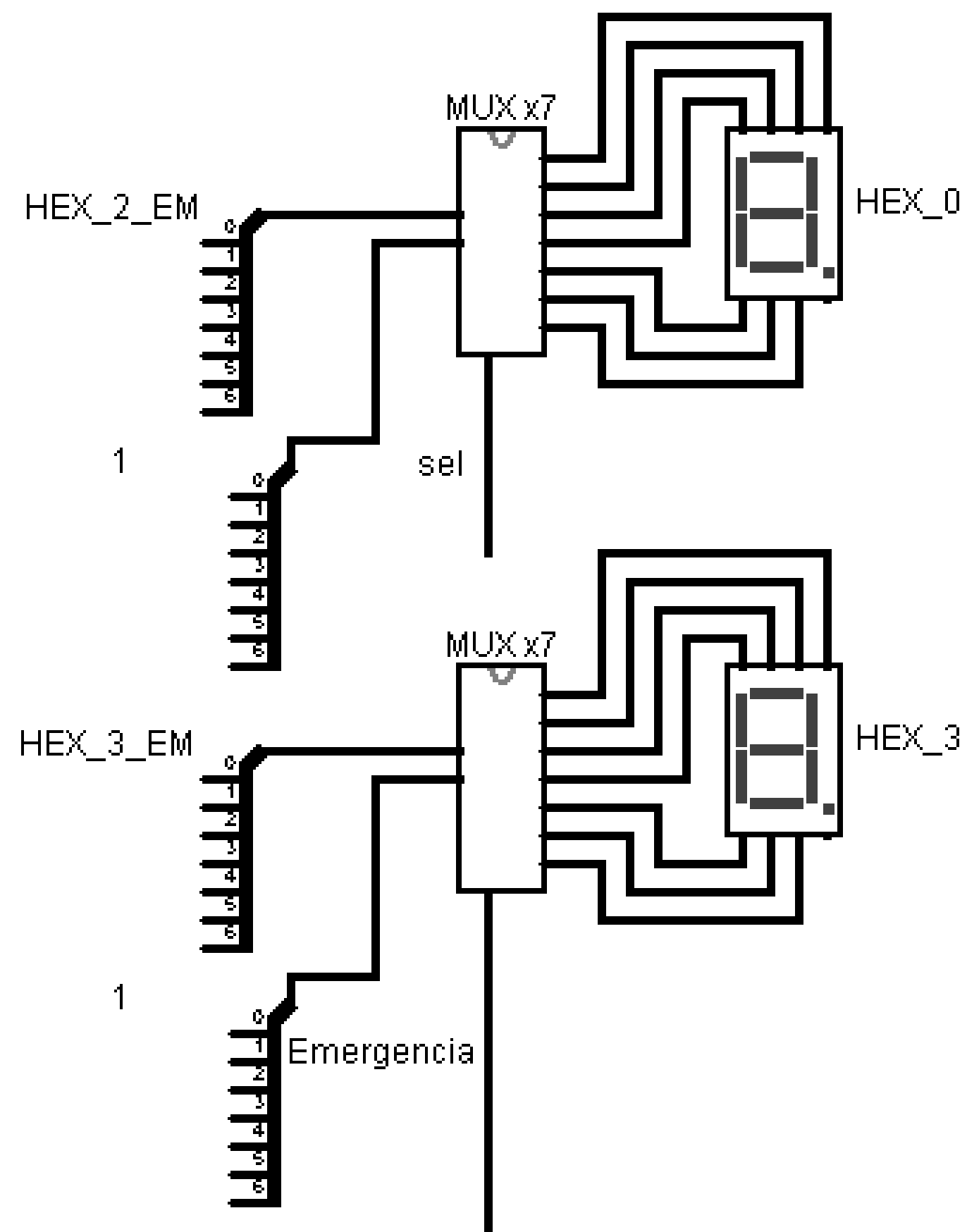
Exibe nos displays HEX 3 e HEX 2 os caracteres EM:



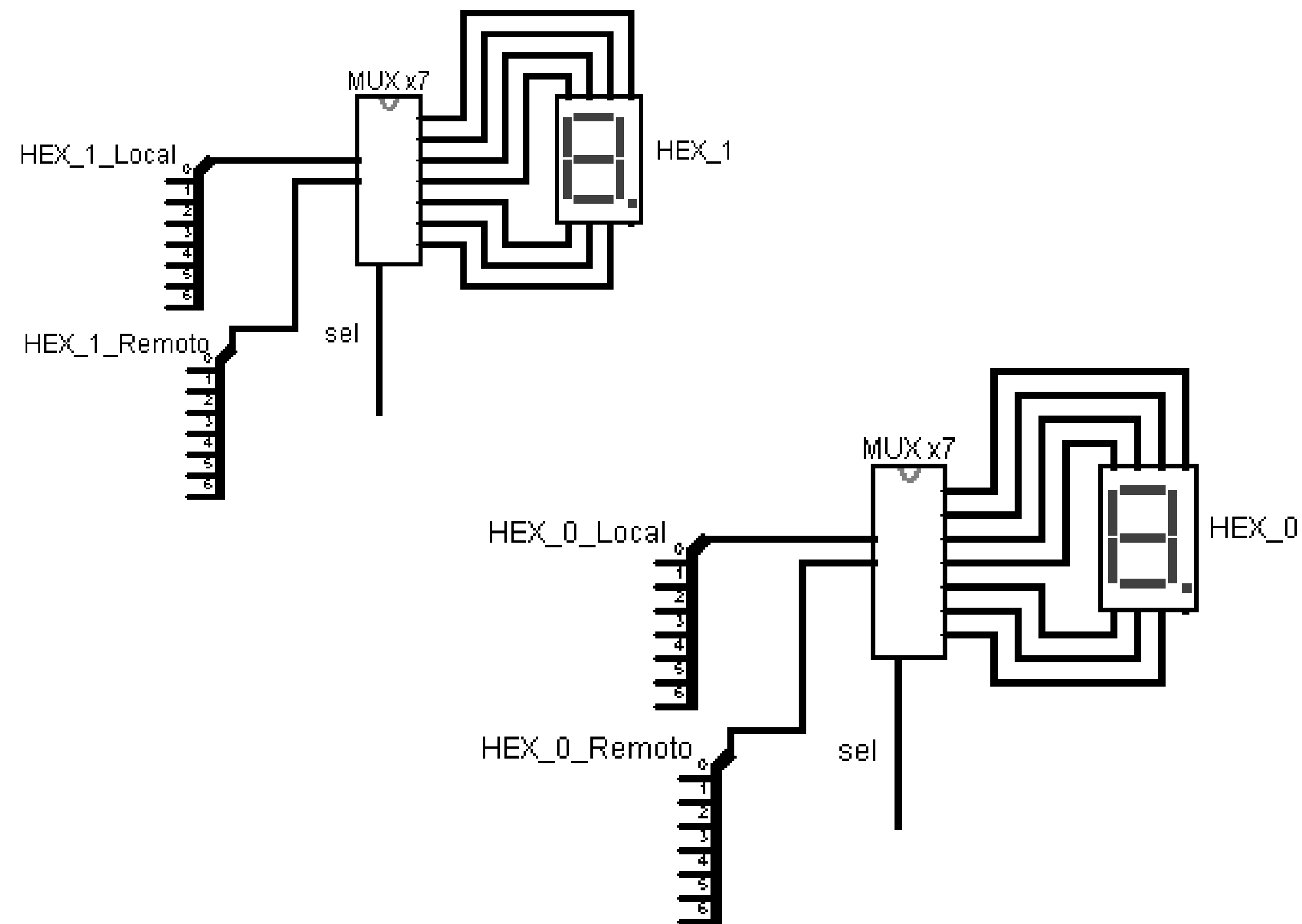
EX: Fechado no modo Remoto e tentar abrir no modo Local.



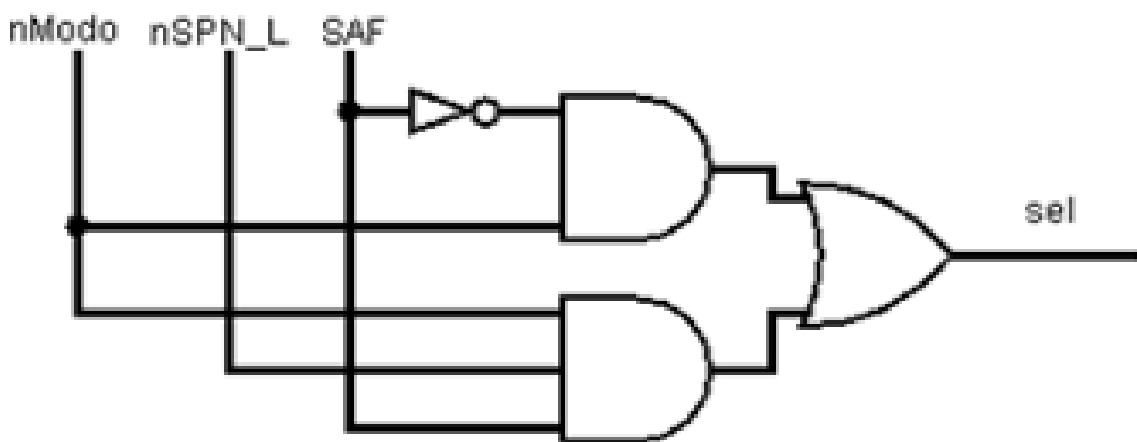
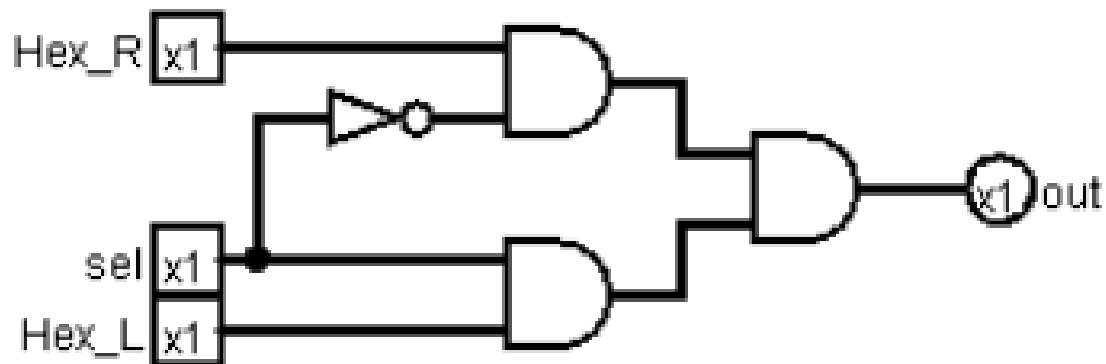
Circuito Mux Display Emergência:



Circuito Mux Display:



Multiplexador simples



Cenário de Testes:

Entradas:

- **Modo = 1**
- **SPA = 1**
- **SAF = 1**
- **Modo = 0**

Saída atual:



Saída esperada:

Não consegue abrir localmente

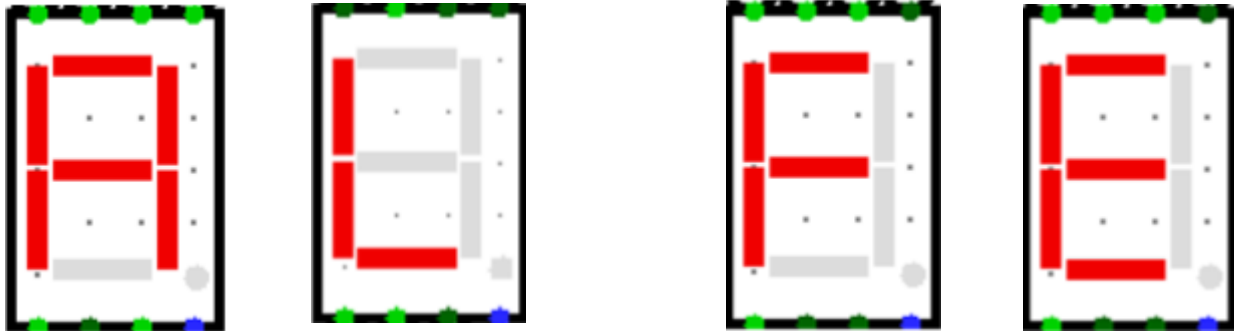


Cenário de Testes 2:

CH não faz diferença.
Só muda de Estado com B =1.
Programação ou sem programação.

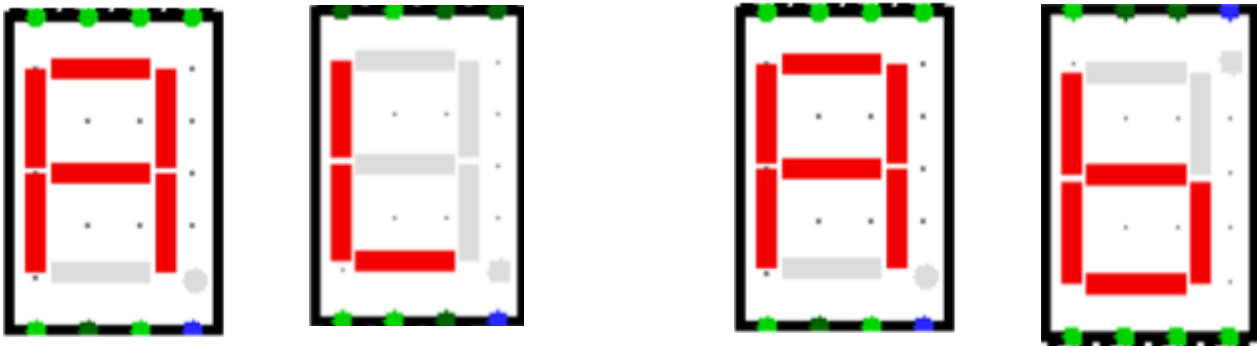
Saída atual:

- Porta fechada.
- SPN = 1

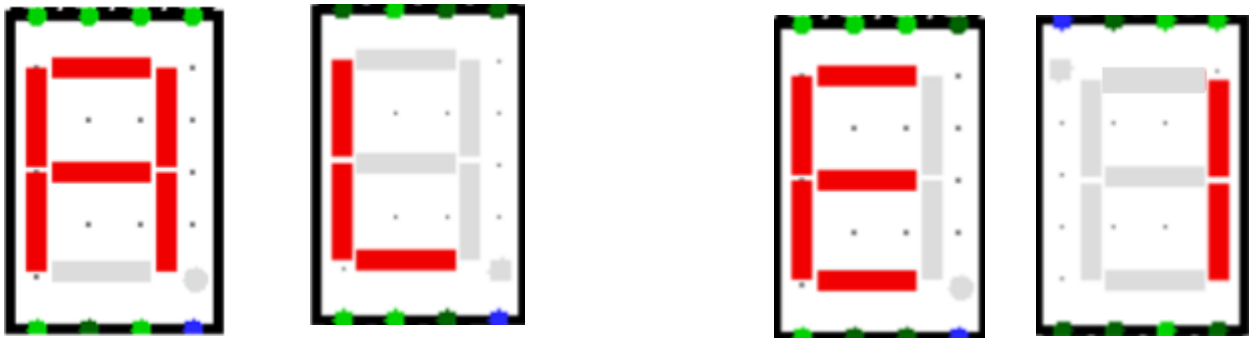


Saída Esperada:

- CS =1 -> AL Ab.
- SPN = 0
- Porta pode abrir.



- SPN = 1
- CS = 0 - > AL El.



Cenário de Testes 3:

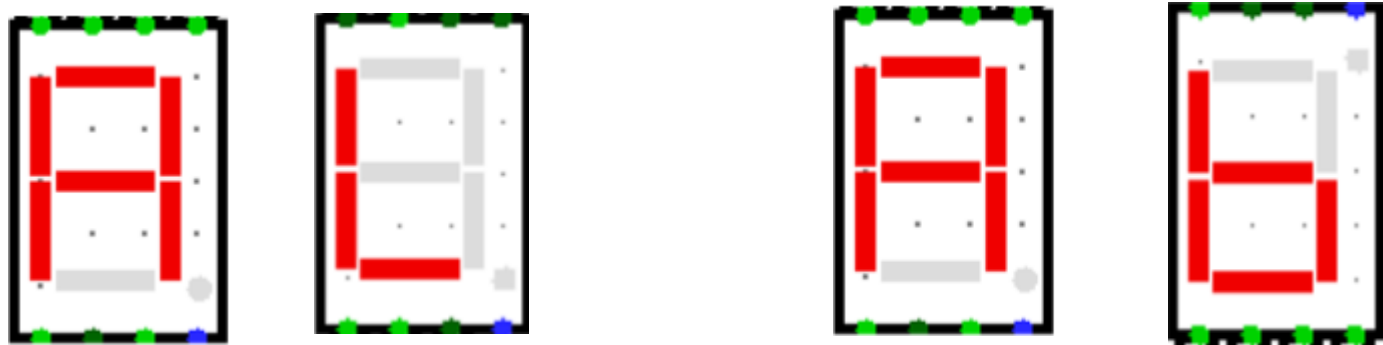
Entradas:

- CH = 1 - > Ab

Saída atual:



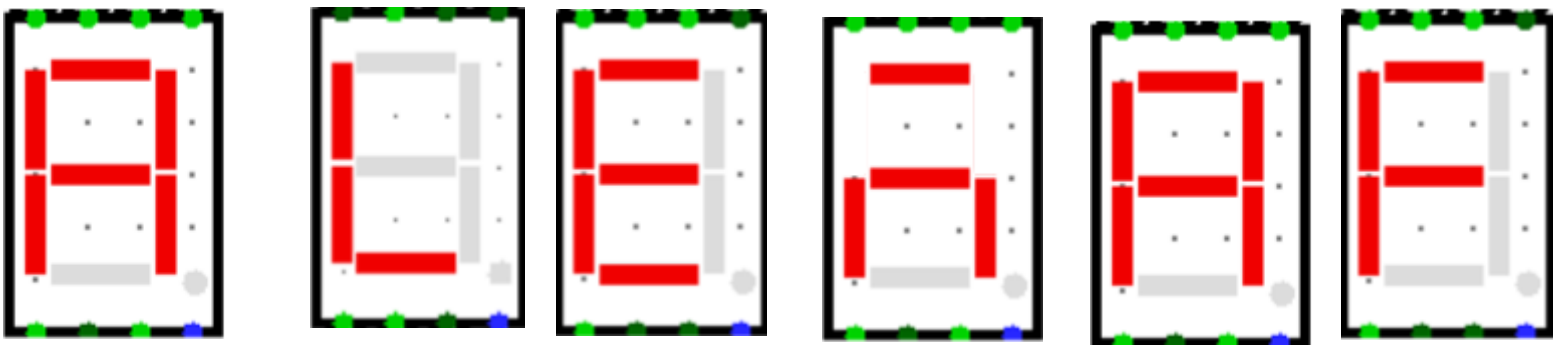
Saída esperada:



Entradas:

- SAF = 1, enquanto estiver FEL

Saída esperada Emergência:





FIM
Obrigado.

