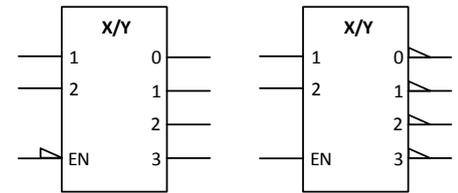




- b) Assumindo que a variável D é ligada ao valor lógico '0', apresente a expressão de X(C,B,A) na forma normal conjuntiva (produto de somas) e implemente-a utilizando portas NOR de 3 entradas. .... [1,0 val.]  
Nota: considere a função alternativa  $G(C,B,A) = m_1+m_2+m_3+m_7$  caso não tenha respondido à pergunta a).

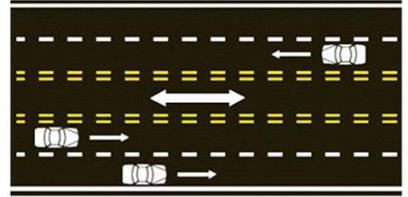
- c) Continuando a assumir a variável D ligada ao valor lógico '0', projete um circuito que permite implementar a função X(C,B,A) utilizando obrigatoriamente os dois decodificadores apresentados na figura. Para além destes decodificadores, poderá utilizar somente portas NAND e NOR de 2 entradas. .... [1,5 val.]



Nota: caso não tenha respondido à pergunta a), pode voltar a considerar a função alternativa G(C,B,A) indicada na pergunta anterior.

Aluno:	Nº
--------	----

2. Pretende-se implementar um mecanismo de controlo de uma via reversível de uma ponte (i.e., uma via que pode ser utilizada em ambos os sentidos, de acordo com o horário de funcionamento da ponte). Para o efeito, o controlo desta via está ligado a um sinal de 5 bits (EDCBA) com a indicação da hora marcada por um relógio digital (entre 0 e 23). De modo a garantir a segurança dos condutores, assume-se que a via é interdita durante o intervalo de 1h compreendido entre as mudanças de direção de circulação na via. Assuma o seguinte agendamento para a circulação no sentido Norte→Sul: {01h00,02h00,03h00,10h00,11h00,16h00,17h00,18h00,19h00,20h00}.



a) Apresente a tabela de verdade das funções Booleanas **NS(EDCBA)**, **SN(EDCBA)** e **I(EDCBA)**, correspondentes aos sentidos Norte→Sul, Sul→ Norte e ao estado da via Interditada. Assuma que a variável A corresponde ao bit menos significativo e que o valor tomado por estas três funções fora da gama de representação do relógio é irrelevante. .... [1,0 val.]

E	D	C	B	A	NS	I	SN
0	0	0	0	0			
0	0	0	0	1			
0	0	0	1	0			
0	0	0	1	1			
0	0	1	0	0			
0	0	1	0	1			
0	0	1	1	0			
0	0	1	1	1			
0	1	0	0	0			
0	1	0	0	1			
0	1	0	1	0			
0	1	0	1	1			
0	1	1	0	0			
0	1	1	0	1			
0	1	1	1	0			
0	1	1	1	1			
1	0	0	0	0			
1	0	0	0	1			
1	0	0	1	0			
1	0	0	1	1			
1	0	1	0	0			
1	0	1	0	1			
1	0	1	1	0			
1	0	1	1	1			
1	1	0	0	0			
1	1	0	0	1			
1	1	0	1	0			
1	1	0	1	1			
1	1	1	0	0			
1	1	1	0	1			
1	1	1	1	0			
1	1	1	1	1			

Aluno:	Nº
--------	----

- b) Minimize a função **NS(EDCBA)** utilizando o método de minimização de Karnaugh e apresente a sua expressão mínima disjuntiva (soma de produtos). ..... [2,0 val.]

C B A  
E D

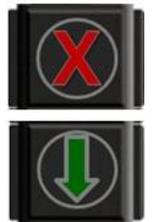

- c) Implemente a expressão obtida na alínea anterior utilizando exclusivamente portas lógicas NAND de 3 entradas. Desenhe o logigrama..... [1,5 val.]

- d) Indique o valor da função NS(EDCBA) caso o relógio (com uma avaria) marcasse o valor 28 à sua saída. Justifique..... [0,5 val.]

Aluno:	Nº
--------	----

- e) Pretende-se implementar um sistema de alarme que indique uma avaria deste circuito de controlo. Para o efeito, o alarme deverá receber na sua entrada os sinais NS(EDCBA), SN(EDCBA) e I(EDCBA) e produzir o valor lógico '1' na sua saída (F) caso os sinais NS e SN tenham o mesmo valor lógico e a via não esteja interdita. Desenhe o logigrama deste circuito procurando utilizar o menor número de portas lógicas possível. Justifique, apresentando a expressão algébrica a que chegou. .... [1,0 val.]

- f) Indique a expressão Booleana dos sinais Red(NS,SN,I) e Green(NS,SN,I) que deverão ativar os semáforos vermelho e verde na extremidade Norte da ponte. Justifique. .... [0,5 val.]



Aluno:	Nº
--------	----



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

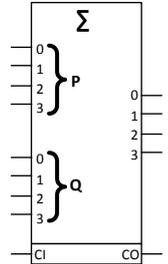
Nº

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

3. Uma empresa produtora de leite está a implementar um mecanismo de controlo do enchimento das embalagens. O leite recolhido é primeiramente colocado num depósito de Pasteurização, sendo depois transferido para garrafas, cujo volume pode ser escolhido entre 1 e 8 litros (cada garrafa). As garrafas de cada dimensão são então agrupadas em paletes de 12 unidades antes de irem para o mercado.

a) Implemente um circuito digital que calcula a capacidade de leite transportada em cada palete (P). Para o efeito, considere que o utilizador introduz a capacidade de cada garrafa (G) utilizando uma representação binária em complemento para 2 com 6 bits.

Para a realização deste circuito deverá utilizar somadores de 4-bits (ver figura), para além de outra lógica adicional que julgue necessária..... [1,5 val.]



b) Considere que o depósito de Pasteurização tem a capacidade  $D=107$  litros.

- Apresente este valor (D) na base 2, em notação de complemento para 2 com 8 bits. ..... [1,0 val.]
- Represente o mesmo valor na base 8. .... [0,5 val.]

Aluno:

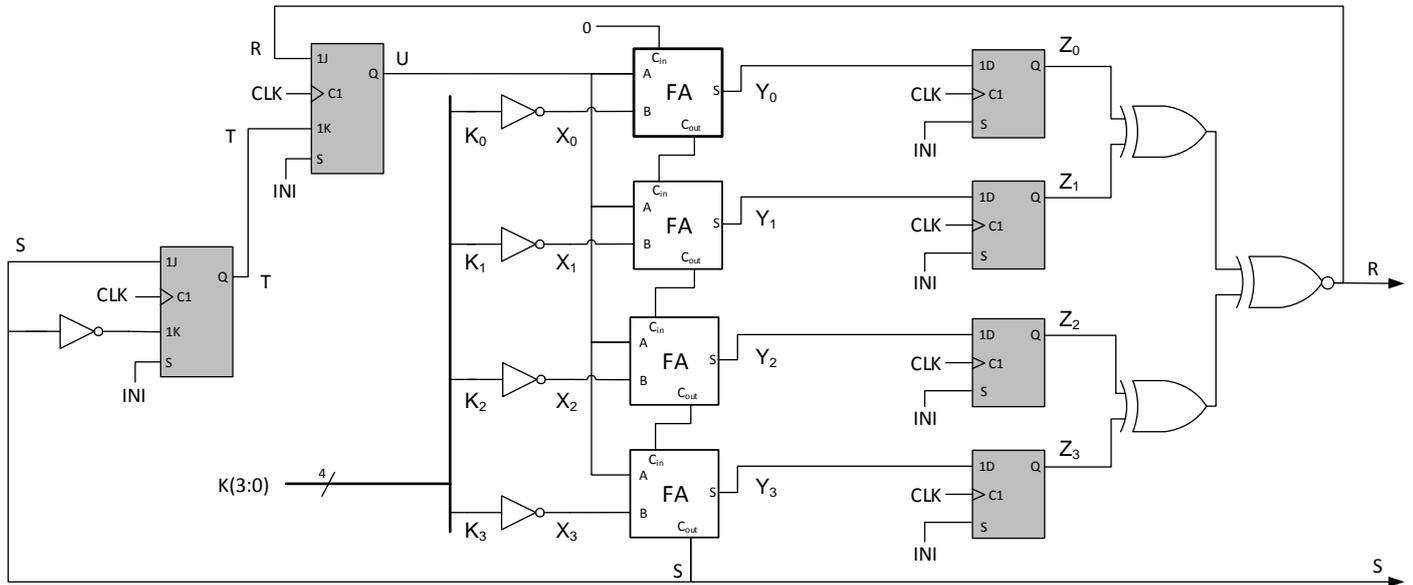
Nº



- c) Implemente um circuito que calcula a margem (M) existente no depósito de Pasteurização entre o nível de leite num dado instante (L) e a quantidade de leite necessária para encher uma nova palete (P), ativando a saída binária *Ready* ( $R=1$ ) quando a quantidade de leite for suficiente.
- Assuma que esta margem (em litros) é positiva quando a quantidade de leite é suficiente para encher uma nova palete. Para a realização deste circuito deverá voltar a utilizar somadores de 4-bits iguais aos utilizados na alínea (a) deste exercício, para além de outra lógica adicional que julgue necessária..... [2,0 val.]

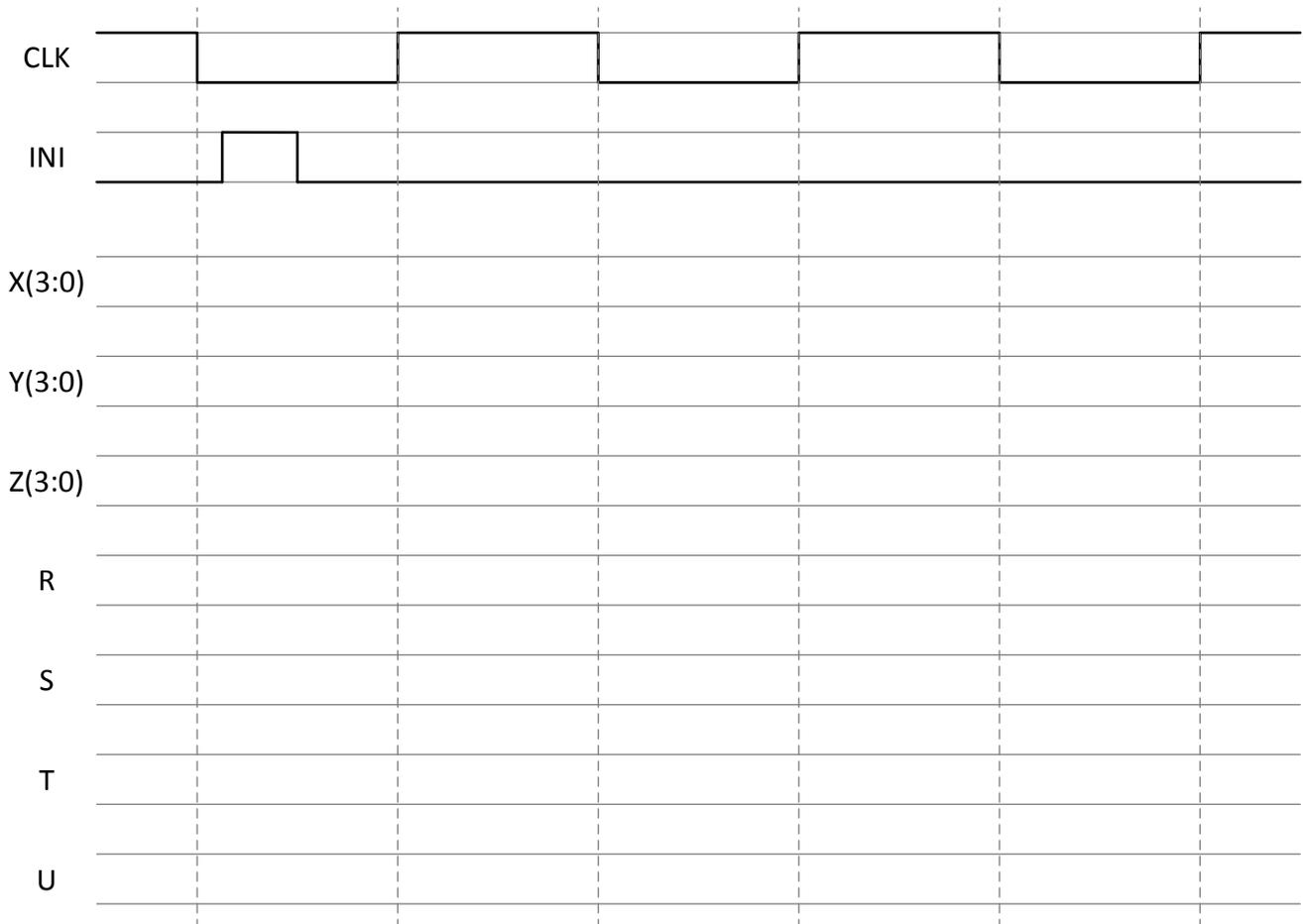
Aluno:	Nº
--------	----

4. Considere o circuito sequencial da figura abaixo.



a) Considerado que  $K(3:0) = 0100_{(2)}$ , e desprezando os tempos de propagação das portas lógicas, complete o diagrama temporal apresentado em baixo.

Represente os sinais indefinidos com um padrão a tracejado ( )..... [2,0 val.]



Aluno:	Nº
--------	----

- b) Considerando os tempos de propagação indicados na tabela ao lado, indique qual o caminho crítico que conduz ao mínimo período de relógio. Justifique. ..... [1,5 val.]

Componente	$t_p$ [ps]	$t_{su}$ [ps]	$t_H$ [ps]
Flip-Flop D	20	10	15
Flip-Flop JK	25	15	20
Inversor	10	-	-
XOR	30	-	-
XNOR	35	-	-
FA $t_p(A,B \rightarrow S)$	70	-	-
FA $t_p(A,B \rightarrow Cout)$	40	-	-
FA $t_p(Cin \rightarrow S)$	45	-	-
FA $t_p(Cin \rightarrow Cout)$	35	-	-

- c) Indique o valor da frequência máxima de relógio. Justifique. ..... [1,0 val.]  
NOTA: apresente o resultado sob a forma de fração, caso não consiga fazer a operação.