

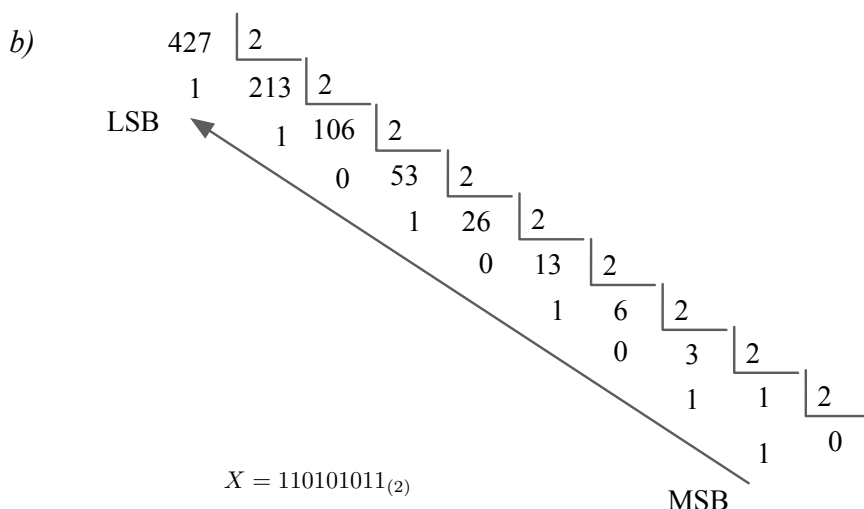
Antes de iniciar o teste, tenha em atenção o seguinte:

- i. Duração do teste: 1h30m.
- ii. O teste contempla 7 perguntas, distribuídas em 10 páginas.
- iii. Existem 4 variações distintas do teste: A, B, C e D.
- iv. O teste é sem consulta. Sobre a secretária apenas deve encontrar-se a sua identificação (cartão de estudante).
- v. Identifique todas as folhas do enunciado. Folhas não identificadas não serão cotadas!
- vi. Resolva o teste no próprio enunciado. Para cada questão é fornecido um espaço próprio, dentro do qual deverá responder. A sua dimensão está ajustada ao tamanho expectável da resposta.
- vii. Excepcionalmente, e caso realmente necessite, pode usar o espaço extra disponível das páginas em branco, colocadas ao longo do teste. Nesse caso, deve indicar junto ao enunciado da pergunta, que a resposta à mesma se encontra na página que utilizou.
- viii. Justifique adequadamente todas as respostas.
- ix. Responda ao teste com calma. Se não sabe responder a uma pergunta, passe à seguinte e volte a ela no fim.

1. Considere o número positivo $X = 1AB_h$, representado na base 16.

- a) Converta-o para a base 10. [1,0 val.]
- b) Represente o mesmo número na base 2. [0,5 val.]
- c) Represente o número $Y = -X$ na base 2, em notação em complemento para dois, com 12 bits. [1,0 val.]

a) $X = 16^2 \times 1 + 16^1 \times 10 + 16^0 \times 11 = 256 + 160 + 11 = 427_{(10)}$



c)

$$\begin{array}{r} \bar{X} = 111001010100 \\ + 000000000001 \\ \hline Y = -X = 111001010101 \end{array}$$

Aluno:

Nº

Pág. 1

2. Considere a função lógica $f(A, B, C, D) = (\overline{A \oplus C})D + A(\overline{B + CD})$

a) Escreva a função na forma canónica disjuntiva (soma de produtos). Justifique. [1,5 val.]

b) Apresente, no quadriculado, a tabela de verdade da função. [1,0 val.]

a)

$$\begin{aligned} f(A, B, C, D) &= (AC + \bar{A}\bar{C})D + A(\bar{B}(\bar{C} + \bar{D})) = ACD + \bar{A}\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{D} \\ &= ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} \end{aligned}$$

b)

$$f(A, B, C, D) = \sum m(1, 5, 8, 9, 10, 11, 15)$$

A	B	C	D	$f(A, B, C, D)$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

3. Considere a função lógica $f(A,B,C,D,E)$ incompletamente especificada, definida da seguinte forma:

$$f(A,B,C,D,E) = \prod M(0,3,9,12,16,18,20,23,27,28) + \prod M_d(4,6,8,11,19,21,24,25,31)$$

A variável A é a de maior peso e a variável E é a de menor peso.

a) Apresente o mapa de Karnaugh correspondente a esta função, utilizando as linhas/columnas necessárias na grelha disponibilizada para o efeito. [1,0 val.]

AB \ CDE	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	1	0	1	X	1	1	X
01	X	0	X	1	1	1	1	0
11	X	X	0	1	1	X	1	0
10	0	1	X	0	1	0	X	0

b) Identifique a expressão algébrica na forma mínima conjuntiva (produto de somas) do seguinte mapa de Karnaugh. Justifique, apresentando os implicados (agrupamentos) correspondentes à função no mapa. [1,0 val.]

AB \ CDE	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	1	1	1	1	1	1	X
01	0	X	X	0	0	1	0	X
11	0	0	1	X	X	0	X	0
10	X	1	0	1	0	X	1	0

$$f(A, B, C, D, E) = (\bar{B} + D)(\bar{B} + E)(\bar{D} + E)(\bar{A} + \bar{C} + \bar{D})(\bar{A} + B + \bar{D} + \bar{E})$$

c) Na solução identificada na alínea anterior, qual o valor da função quando a entrada (A,B,C,D,E) toma o valor 11? Justifique. [0,5 val.]

$f(0, 1, 0, 1, 1) = 1$ devido a que não está em um grupo de implicados na solução escolhida.



(Página deixada intencionalmente em branco.)

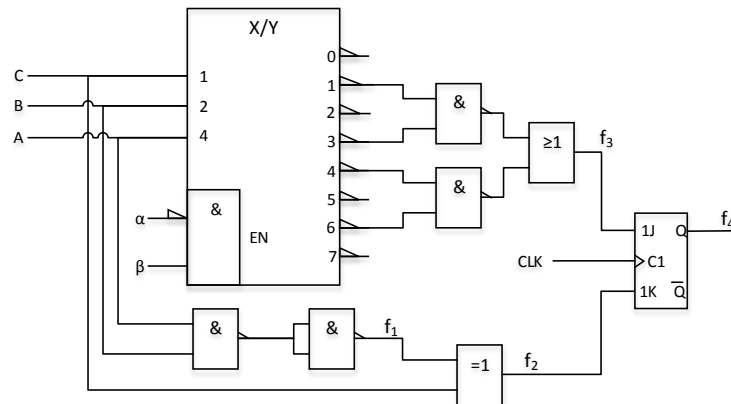
Aluno:

Nº

Pág. 4

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

4. Considere o circuito da figura, em que a variável A é a de maior peso e a variável C é a de menor peso.



- a) Indique os valores a que se devem ligar as entradas α e β para ativar o funcionamento do componente X/Y. Justifique [0,5 val.]

Para que o decoder esteja activo os dois enables devem estar a "1" lógico, pelo que $\alpha = "0"$ $\beta = "1"$ já que a entrada α está complementada.

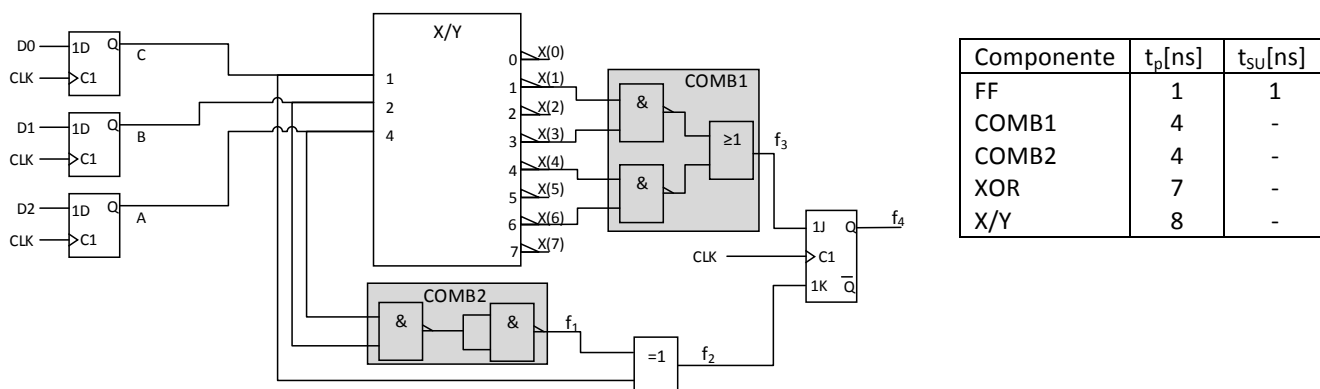
- b) Apresente, na quadrícula, a tabela de verdade das funções f_1 , f_2 e f_3 em função das variáveis (A,B,C)..... [1,5 val.]
- c) Acrescente, à tabela de verdade anterior, duas colunas correspondentes a:
- Função realizada pelo flip-flop JK (exemplo: *set*, *reset*, *hold*, etc.);
 - Valor do sinal f_4 .

Assuma que as entradas (A,B,C) realizam uma contagem entre 0 e 7 (um valor por ciclo de relógio) e que no estado inicial (i.e. durante o ciclo de relógio em que (A,B,C)=(0,0,0)) o valor da saída f_4 é 0 (zero)..... [1,0 val.]

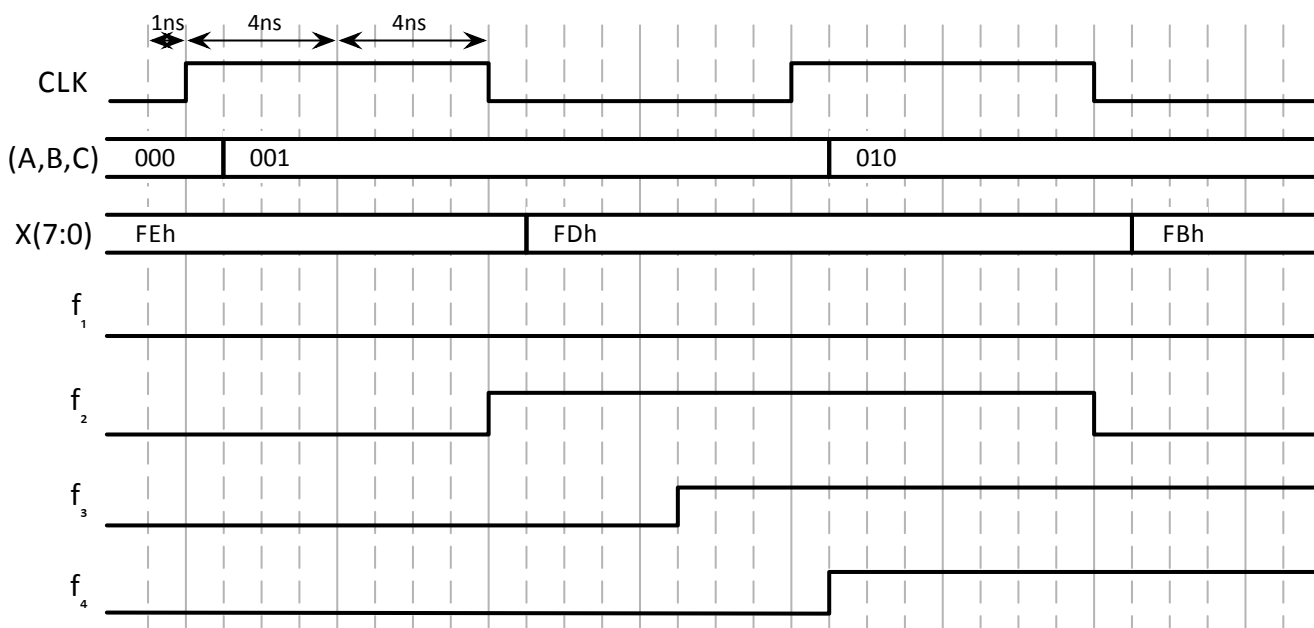
b) c)

A	B	C	f_1	f_2	f_3	Operação JK	f_4
0	0	0	0	0	0	HOLD	0
0	0	1	0	1	1	TOGGLE	1
0	1	0	0	0	0	HOLD	1
0	1	1	0	1	1	TOGGLE	0
1	0	0	0	0	1	RESET	0
1	0	1	0	1	0	SET	1
1	1	0	1	1	1	TOGGLE	0
1	1	1	1	0	0	HOLD	0

5. Considere o circuito da figura, o qual é funcionalmente equivalente ao da pergunta anterior.



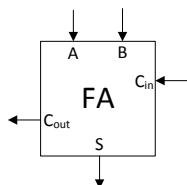
a) Complete o diagrama temporal apresentado, considerando a caracterização temporal dos componentes indicada na tabela. [2,0 val.]



b) Determine o período mínimo de relógio de forma a garantir a correta operação do circuito. Justifique. [1,0 val.]

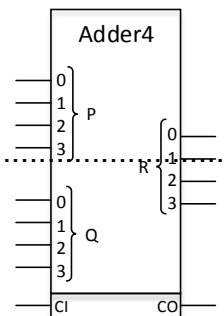
$$T_{min} = t_p(FF) + t_{su}(FF) + t_p(X/Y) + t_p(COMB1) + t_p(FF) + t_{su}(FF) = 16ns$$

6. Considere um somador completo (*Full-Adder*) de 1 bit com entradas (A, B, C_{in}) e saídas (S, C_{out}). Assuma os tempos máximos de propagação indicados na tabela.

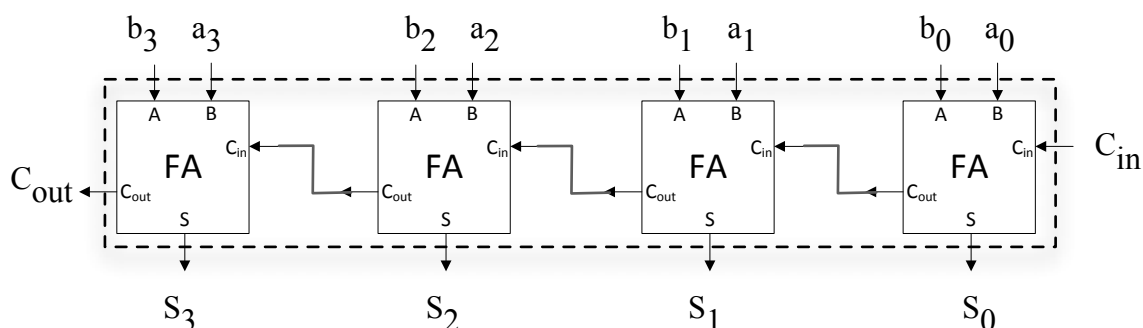


t_{pMAX} [ns]	S	C_{out}
A	16	12
B	16	12
C_{in}	8	6

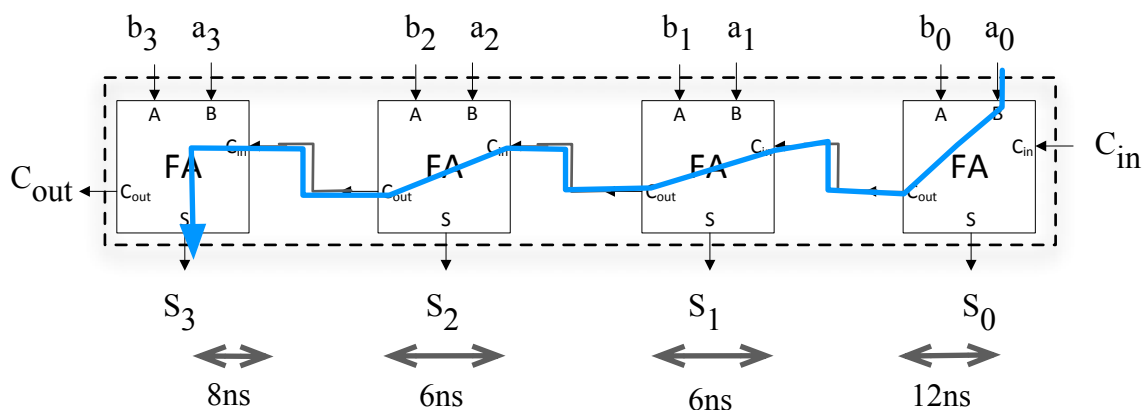
a)
esene o circuito
lógico de um
somador binário



Adder4 com entradas A e B de 4 bits e saída S, também de 4 bits. O somador deverá incluir também uma entrada de C_{in} e uma saída de C_{out} , de acordo com o símbolo da figura. [1,0 val.]



- b) Calcule o tempo máximo de propagação do somador **Adder4** concebido. Justifique com os cálculos que realizar. [1,0 val.]



$$t_{p(max)} = 32ns$$



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

Nº

Pág. 8

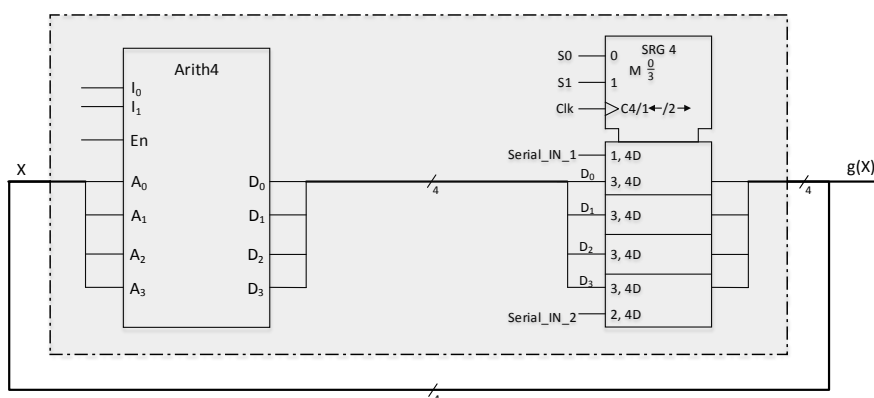
A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

7. Considere a unidade aritmética **Arith4**, cujo funcionamento é dado pela seguinte tabela de verdade:

I_1	I_0	En	Operação
0	0	1	$D=A$
0	1	1	$D=A+1$
1	0	1	$D=A-1$
1	1	1	$D=1$
X	X	0	$D=0$

Utilizando esta unidade, em conjunto com um registo de deslocamento de 4 bits, pretende-se realizar uma ALU com uma única entrada X, de 4 bits, que implemente as seguintes operações $g(X)$, de acordo com as entradas de controlo K_2 , K_1 e K_0 :

K_2	K_1	K_0	Operação
0	0	0	$g(X)=X$
0	0	1	$g(X)=X+1$
0	1	0	$g(X)=X-1$
0	1	1	$g(X)=1$
1	0	0	$g(X)=X*2$
1	0	1	$g(X)=X\div 2$
1	1	0	$g(X)=0$
1	1	1	$g(X)=2$



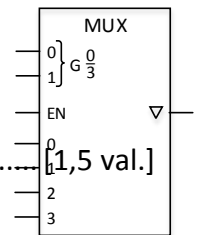
No caso considerado, o sinal X representa o valor calculado no ciclo de relógio anterior. Desprezam-se eventuais condições de *overflow/underflow*.

- a) Represente uma tabela de verdade, com entradas (K_2, K_1, K_0) , que defina o valor dos sinais de controlo da unidade Arith4 (I_1, I_0, En) e do registo de deslocamento SRG4 (S_1, S_0) de forma a garantir o correto funcionamento do circuito. [2,0 val.]

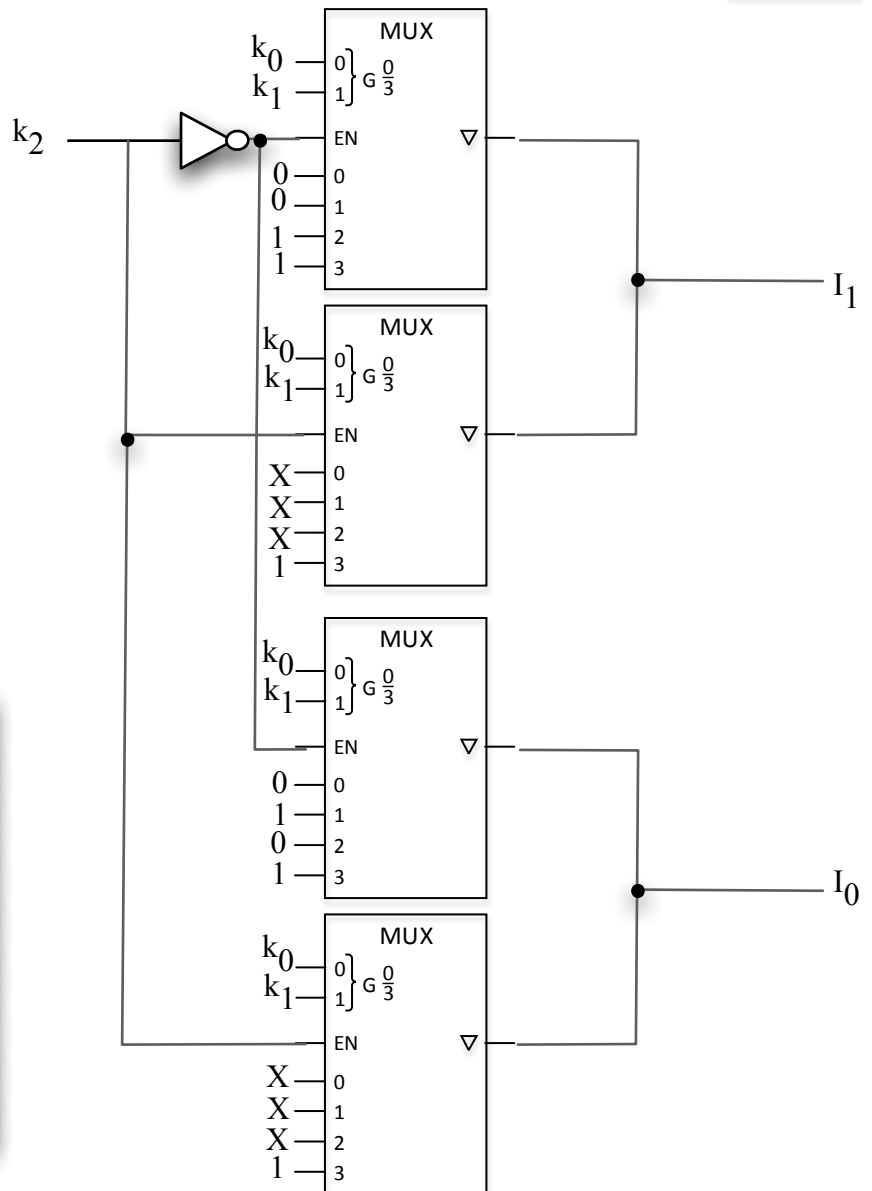
k_2	k_1	k_0	I_1	I_0	En	S_0	S_1
0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	X	X	X	0	1
1	0	1	X	X	X	1	0
1	1	0	X	X	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1

b) Projete o circuito lógico que implemente as funções (I_1, I_0) utilizando apenas os seguintes componentes:

- Multiplexers 4:1, com saídas tri-state;
- O mínimo de lógica adicional



k_2	k_1	k_0	I_1	I_0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	X	X
1	0	1	X	X
1	1	0	X	X
1	1	1	1	1



c) Indique os valores a que devem ser ligadas as entradas Serial_IN_1 e Serial_IN_2 do registo de deslocamento de modo a garantir a correta realização de operações aritméticas com sinal em complemento para dois. Justifique. [1,0 val.]

$Serial - IN - 2 = Q_3$, para manter o bit de sinal.

$Serial - IN - 1 = "0"$