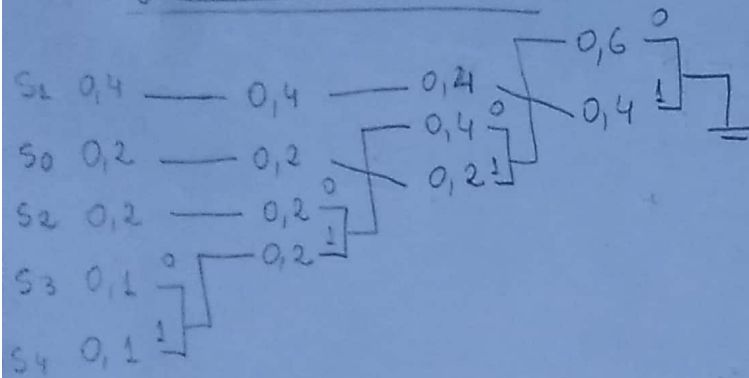
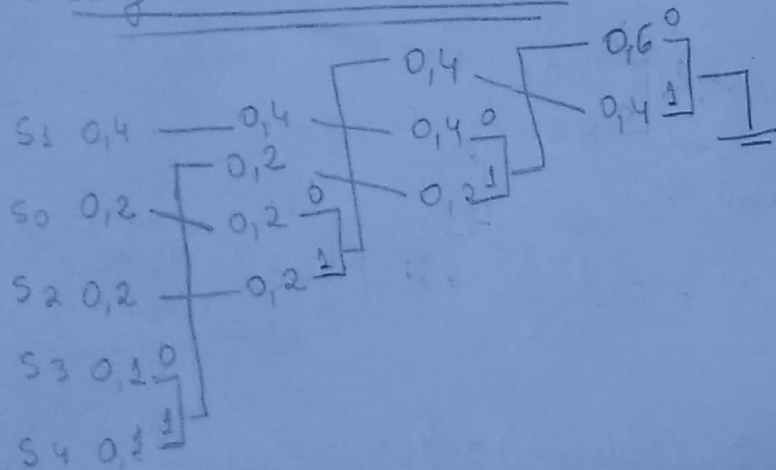


Questão 1:a) * Conf. de Palavras código 1:

S0	S1	S2	S3	S4
01	1	000	0010	0011

* Conf. de Palavras código 2:

S0	S1	S2	S3	S4
10	00	11	010	011

$$b) L_{\text{código}} = \sum_{i=0}^4 P(s_i) \cdot l_{s_i}$$

$$L_{\text{código 1}} = (0,2 \times 2) + (0,4 \times 1) + (0,2 \times 3) + (0,1 \times 4) + (0,1 \times 4) = 2,2 \text{ bits/símbolo}$$

$$L_{\text{código 2}} = (0,2 \times 2) + (0,4 \times 2) + (0,2 \times 2) + (0,1 \times 3) + (0,1 \times 3) = 2,2 \text{ bits/símbolo}$$

Questão 2:* Código A: {0, 10, 01, 11}

Não pode ser um código de Huffman, porque a palavra código "0" é prefixa da palavra-código "01".

* Código B: {00, 01, 10, 110}

Não pode ser um código de Huffman, porque há uma única palavra código mais longa.

* Código C: {01, 10}

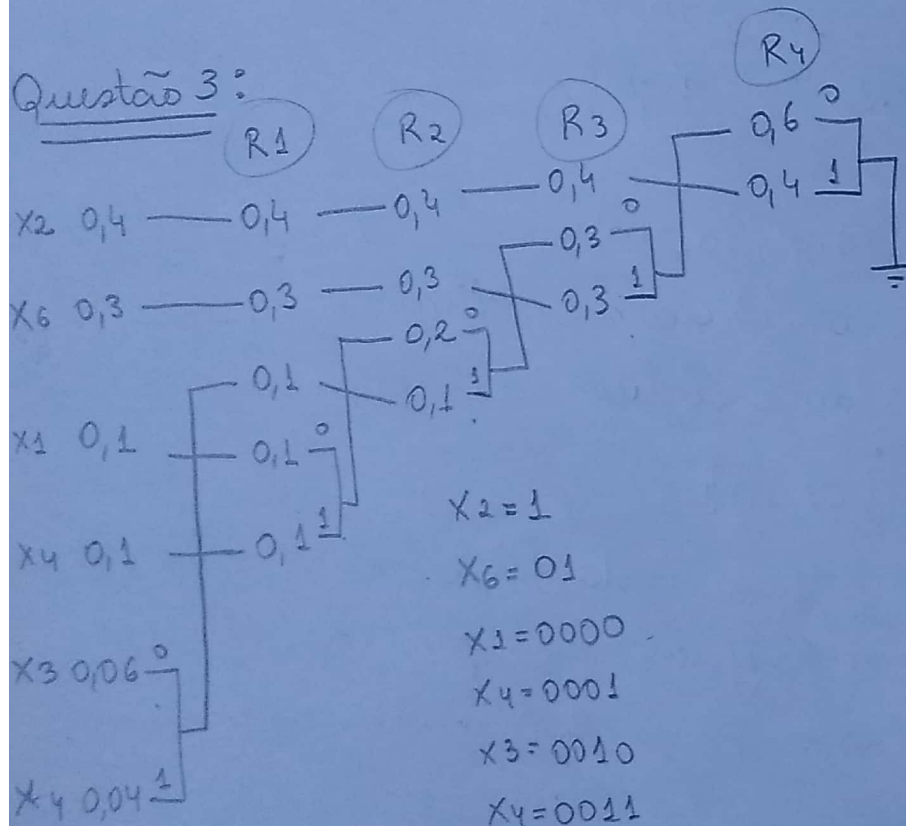
É um código prefixo, instantâneo, no entanto não é um código de Huffman, pois para isso deveria ter 2 ramificações para 2 símbolos apenas.



* Código D: $\{0, 10, 11\}$

$$P(S_0) = \frac{1}{2} \text{ e } P(S_1) = P(S_2) = \frac{1}{4},$$
$$S_1 \rightarrow 10$$
$$S_2 = 11.$$

Questão 3:



$$b) H(X) = \sum_{i=1}^6 P(x_i) \cdot \left[\log_2 \frac{1}{P(x_i)} \right]$$

$$H(X) = 2 \times \left[0,1 \times \log_2 \frac{1}{0,1} \right] + 0,4 \times \log_2 \frac{1}{0,4} + 0,3 \cdot \log_2 \frac{1}{0,3} +$$

$$+ 0,06 \times \log_2 \frac{1}{0,06} + 0,04 \cdot \log_2 \frac{1}{0,04}$$

$$H(X) = 2,1435 \text{ bits/simbolo}$$

$$L = \sum_{i=1}^6 P(x_i) \cdot \ell_{x_i}$$

$$L = (0,4 \times 1) + (0,3 \times 2) + 2 \times (0,1 \times 4) + 0,06 \times 4 + 0,04 \times 4$$

$$L = 2,2 \text{ bits/simbolo.}$$

$$\eta = \frac{H(x)}{L} = \frac{2,1435}{2,2} = 0,9743 = 97,43\%$$

c) # ordenamentos (Reduções) = 4 reduções //

atribuição de código = 4

Questão 4:

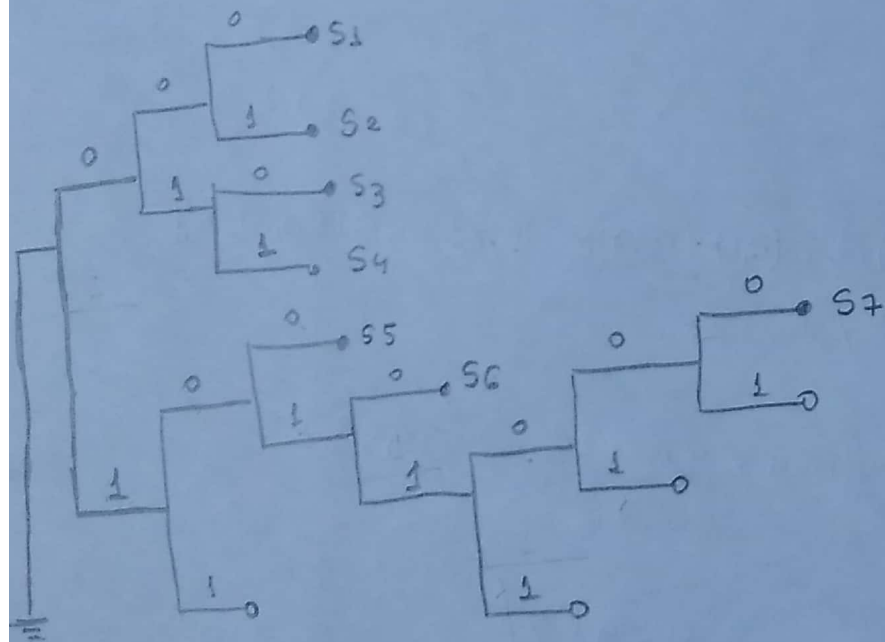
F	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇
P(f _i)	0,2	0,19	0,18	0,17	0,15	0,1	0,01

a) Código de Shannon:

$$l_1 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,2} \rceil = 3; \quad l_4 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,17} \rceil = 3; \quad l_7 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,01} \rceil = 7;$$

$$l_2 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,19} \rceil = 3; \quad l_5 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,15} \rceil = 3;$$

$$l_3 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,18} \rceil = 3; \quad l_6 = \lceil \log_2 \frac{1}{0,1} \rceil = 4;$$



S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
000	001	010	011	100	1010	1011000

$$H = \sum_{i=1}^7 P(f_i) \cdot \log_2 \frac{1}{P(f_i)}$$

$$H = 0,2 \cdot \log_2 \frac{1}{0,2} + 0,19 \cdot \log_2 \frac{1}{0,19} + 0,18 \cdot \log_2 \frac{1}{0,18} + 0,17 \cdot \log_2 \frac{1}{0,17} + 0,15 \cdot \log_2 \frac{1}{0,15} + 0,1 \cdot \log_2 \frac{1}{0,1} + 0,01 \cdot \log_2 \frac{1}{0,01} = \boxed{2,6087 \text{ bits/símbolo}}$$

$$L = \sum_{i=1}^7 P(f_i) \cdot l_{f_i} = 3 \times (0,2 + 0,19 + 0,18 + 0,17 + 0,15) + 4 \times 0,1 + 7 \times 0,01 = \boxed{3,14 \text{ bits/simb}}$$

Logo:

$$\eta_{\text{Shannon}} = \frac{2,6087}{3,14}$$

$$\eta_{\text{Shannon}} = 0,8308$$

$$\eta_{\text{Shannon}} = \underline{\underline{83,08\%}}$$



b) Código Shannon-Fano

f_1 0,2	0	$\rightarrow f_1 = 00$
f_2 0,19	1	0 $\rightarrow f_2 = 010$
f_3 0,18		1 $\rightarrow f_3 = 011$
f_4 0,17	0	$\rightarrow f_4 = 10$
f_5 0,15	1	0 $\rightarrow f_5 = 110$
f_6 0,1	1	1 0 $\rightarrow f_6 = 1110$
f_7 0,01	1	1 1 $\rightarrow f_7 = 1111$

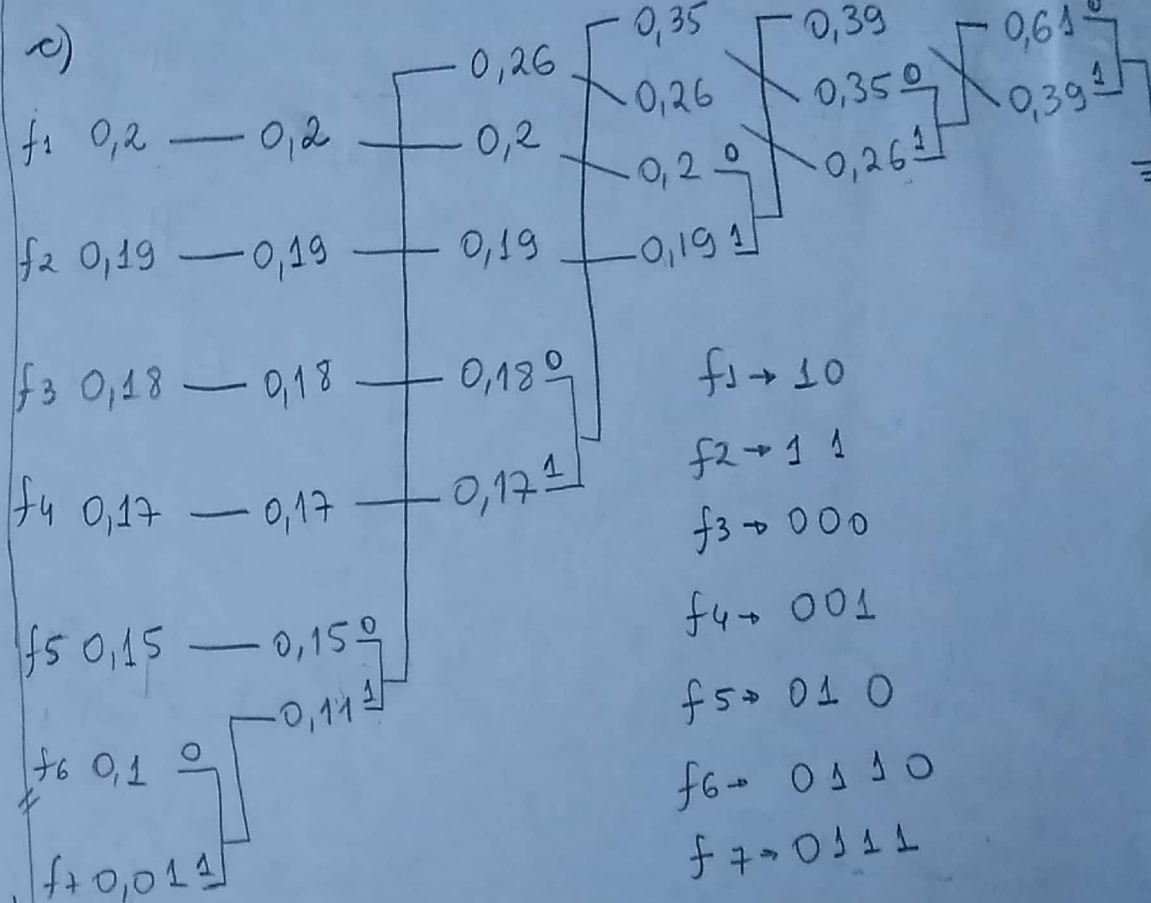
$$L = \sum_{i=1}^7 P(f_i) \log_2 \frac{1}{P(f_i)}$$

$$L = (0,2 \times 2) + 3 \times (0,19 + 0,18) + (0,17 \times 2) + (0,15 \times 3) + 4(0,1 + 0,01) = 2,74 \text{ bits/símbolo}$$

$$\text{Logo: } \eta_{\text{Sh-Fano}} = \frac{2,6087}{2,74} = 0,9521$$

$$\eta_{\text{Sh-Fano}} = 95,21\%$$

c)



$$L = (0,2 + 0,19) \times 2 + (0,18 + 0,17 + 0,15) \times 3 + (0,1 + 0,01) \times 4$$

$$L = 2,72 \text{ bits/símbolo}$$

$$\text{Logo: } \eta_{\text{Huffman}} = \frac{2,6087}{2,72} = 0,9591$$

$$\eta_{\text{Huffman}} = 95,91\%$$

\Rightarrow

Continuação - Questão 4:

d) . Código de Shannon:

- 1 ordenamento Inicial *
- 5 atribuições de código.

. Código de Huffman:

- 5 ordenamentos (reduções da fonte)
- 5 atribuições de código.

Curiosidade: Note que, para Huffman:

ordenamentos (Reduções): $N-2$

atribuições de código: $N-2$.

em que N é o tamanho do alfabeto.