



UNIVERSIDADE
TÉCNICA DO
ATLÂNTICO



CAMPUS
DO MAR

UNIVERSIDADE TÉCNICA DO ATLÂNTICO
ENGENHARIA INFORMÁTICA E TELECOMUNICAÇÕES
SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

Trabalho Prático Quantização em PCM

Walter dos Santos

13 Maio 2022

Ferramentas usadas para realização do trabalho:



MATLAB®



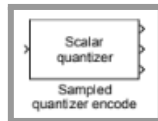
Resolução das Experiências:

- 3.1) Quantização uniforme;
- 3.2) Distorção introduzida pela quantização;
- 3.3) Influência do número de níveis na quantificação;
- 3.4) Quantização não uniforme.

3.1) Quantização uniforme

1) Resolução:

Níveis de decisão	Níveis de quantização
-0.74	-0.824
0.24	-0.4
0.24	0
0.74	0.4
—	0.824



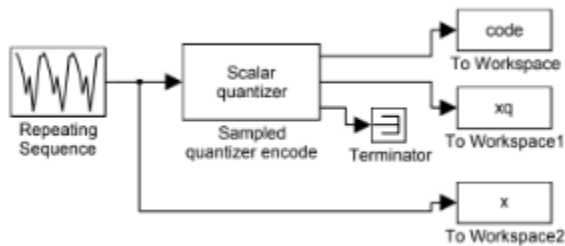
2) Resolução: Parâmetros definidos no sampled quantizer encode.

3) Resolução: Sendo que $x = [0.8, 0.6, 0.2, -0.4, 0.1, -0.9, -0.3, 0.7]$

X	Xq	Código binário
0.8	0.8	0.00001000
0.6	0.6	0.10011010
0.2	0.2	0.00110011
-0.4	-0.4	0.01100110
0.1	0.1	0.00011010
-0.9	-0.9	0.11100110
-0.3	-0.3	0.01001101
0.7	0.7	0.10110011

4) Enunciado: Compare os resultados da tabela com os que obteve após a simulação com a sequência de entrada x aplicada ao bloco de quantização. Os resultados obtidos deverão ficar registados em variáveis do workspace do Matlab.

Resolução: Diagrama de simulação:



5) Resolução:

Para um quantizador de 5 bits/amostras

O valor do degrau da quantização é Δ e os dois níveis de quantização mais próximos da origem são Y.

$$\text{Gama Dinamica} = \max - \min = 0.74 - (-0.74) = 1.78$$


$$\text{Degrau de quantização}(\Delta) = \text{GamaDinamica} / L = 1.78/1024 = 0.0017 = \Delta$$


6) Enunciado: Para um quantizador de L níveis e gama dinâmica [m_min, m_max], determine as expressões MATLAB que permitem formar os vetores cujos elementos correspondem os níveis de decisão (partition) e de quantização (codebook):

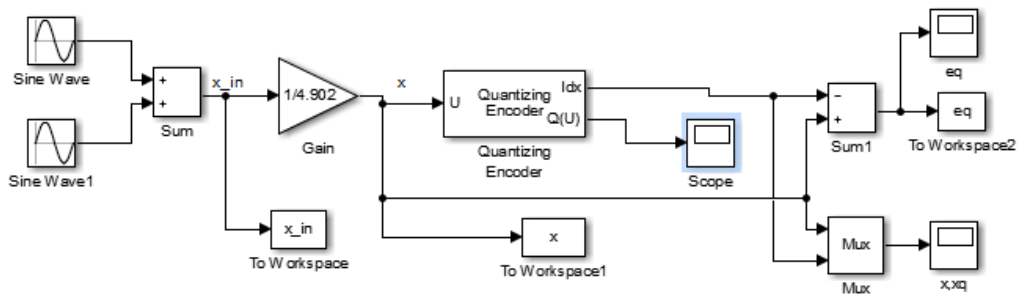
Resolução: Expressões MATLAB que permitem calcular os níveis de decisão e quantização:

```
code1.m
19
20 %-----calculo da Gama-----
21 R = 4; % número de bits
22 L = 2^R; % número de níveis
23 max = 1; min = -1;
24 gama = max - min;
25 %-----
26
27 %-----Calculo das Níveis de Quantizacao-----
28 delta = gama/L; % Passo de partição (step)
29 partition = min+delta : delta : max-delta; % Níveis de decisão
30 NiveisQuantizacao = min + delta/2 : delta : max - delta/2;
31 %-----
```

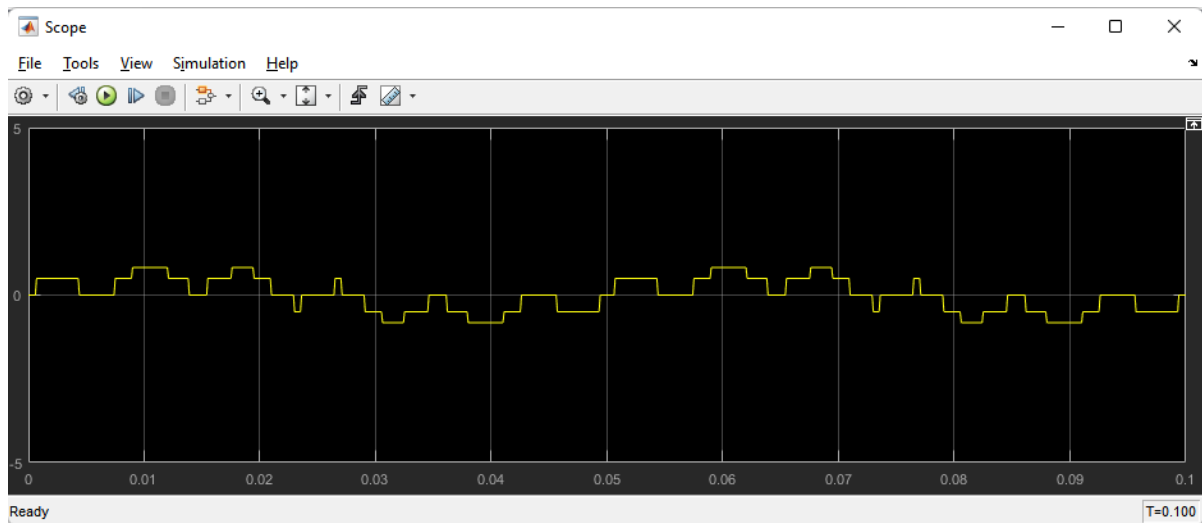
3.2) Distorção introduzida pela quantização

- 1)  Enunciado: Numa nova janela Simulink, gere o sinal analógico $x_{in} = 3 \cos(40\pi t) + 2 \sin(240\pi t)$ considerando uma escala temporal de 0 a 100 ms com uma frequência de amostragem de 10 kHz.

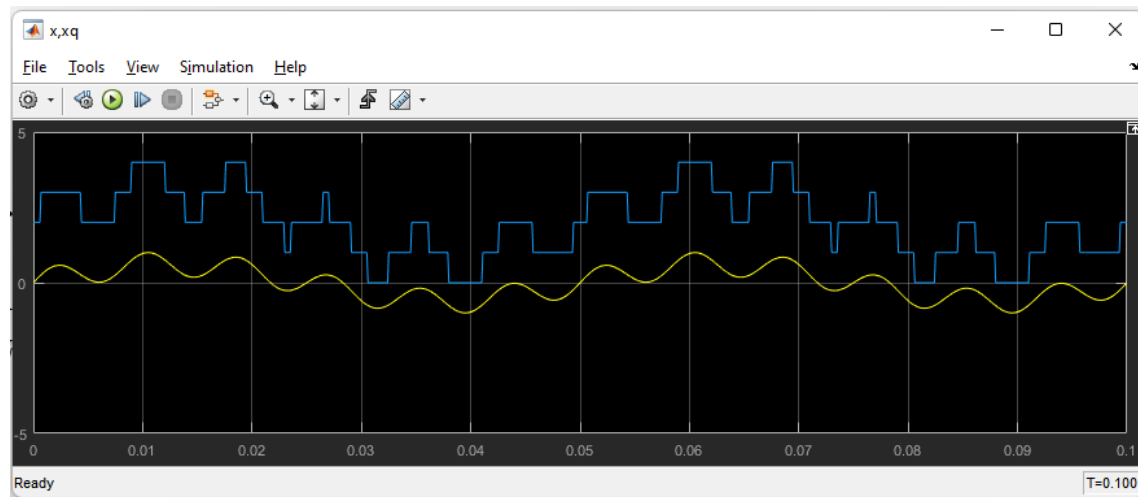
 Resolução: Circuito usado:



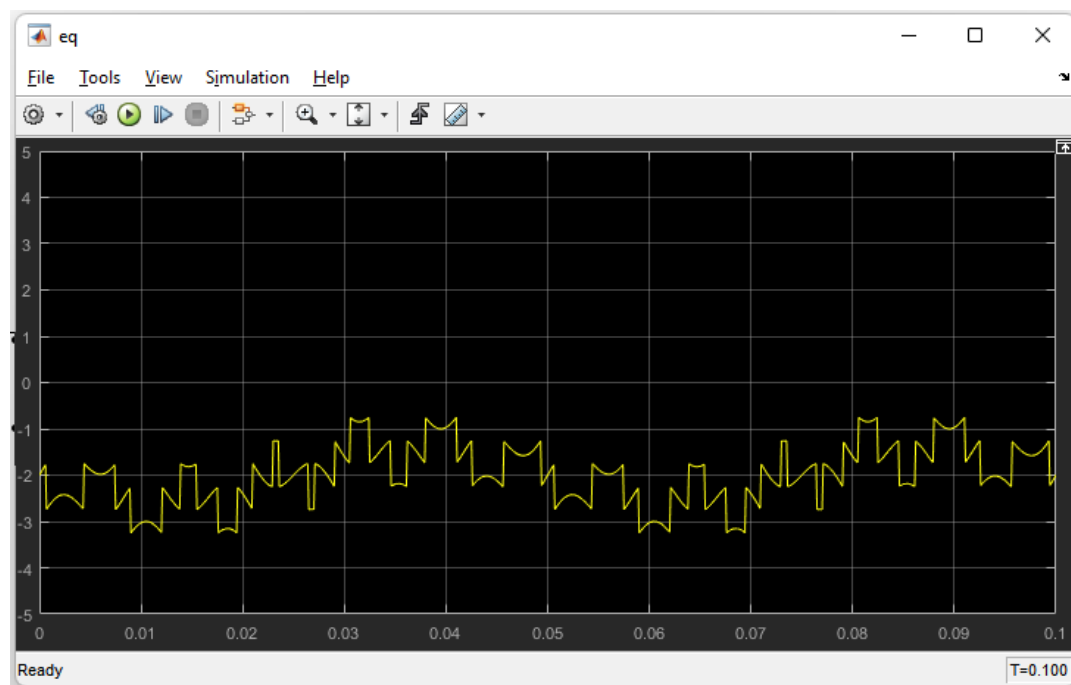
Scope:



X.xq:

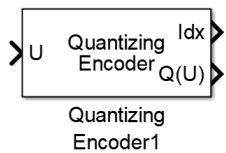


Ed:



2) Resolução:

O substituto do Sampled quantizer encode no Matlab atualizado é “Quantizer encoder” e que este modelo já vem pré definido o nível de quantização, e que não é possível mudá-lo.



3) Resolução:

Ruído de quantização = sinal amostrado - sinal quantificado

Ruído máximo de quantização = -0.7503

Potencia máxima do ruído = $(\Delta^2) / 12 = (0.0017^2) / 12 = 2.40833333e-7$

Relação sinal ruído = $(S / Nq) = \max(x_in) / \max(eq) = -6.5331$

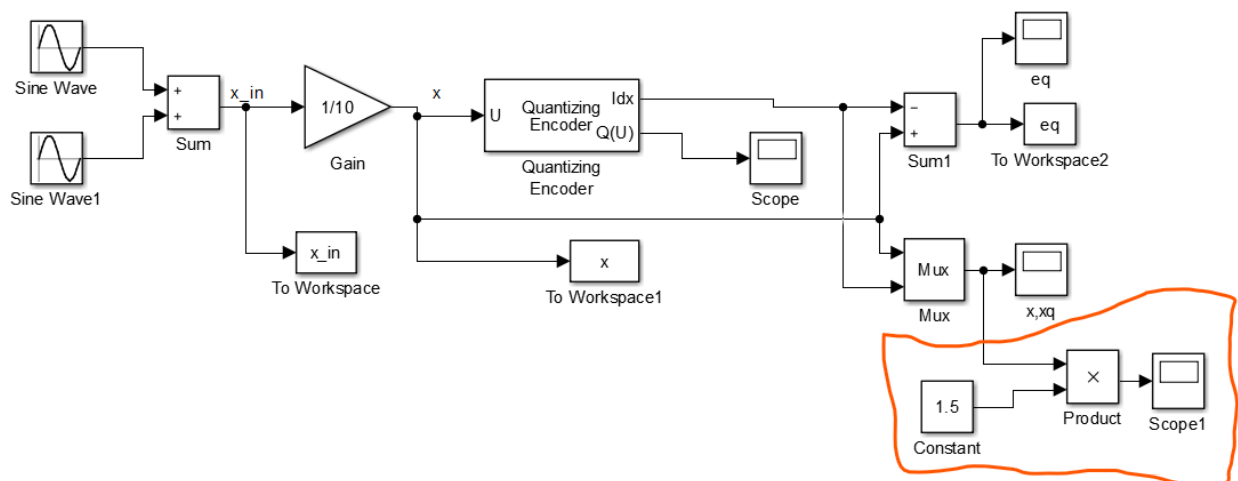
4) Enunciado: Atenuar o sinal normalizado x para um décimo do seu valor e re-simule o sistema. Calcule a nova relação sinal-ruído de quantização:

Resolução:

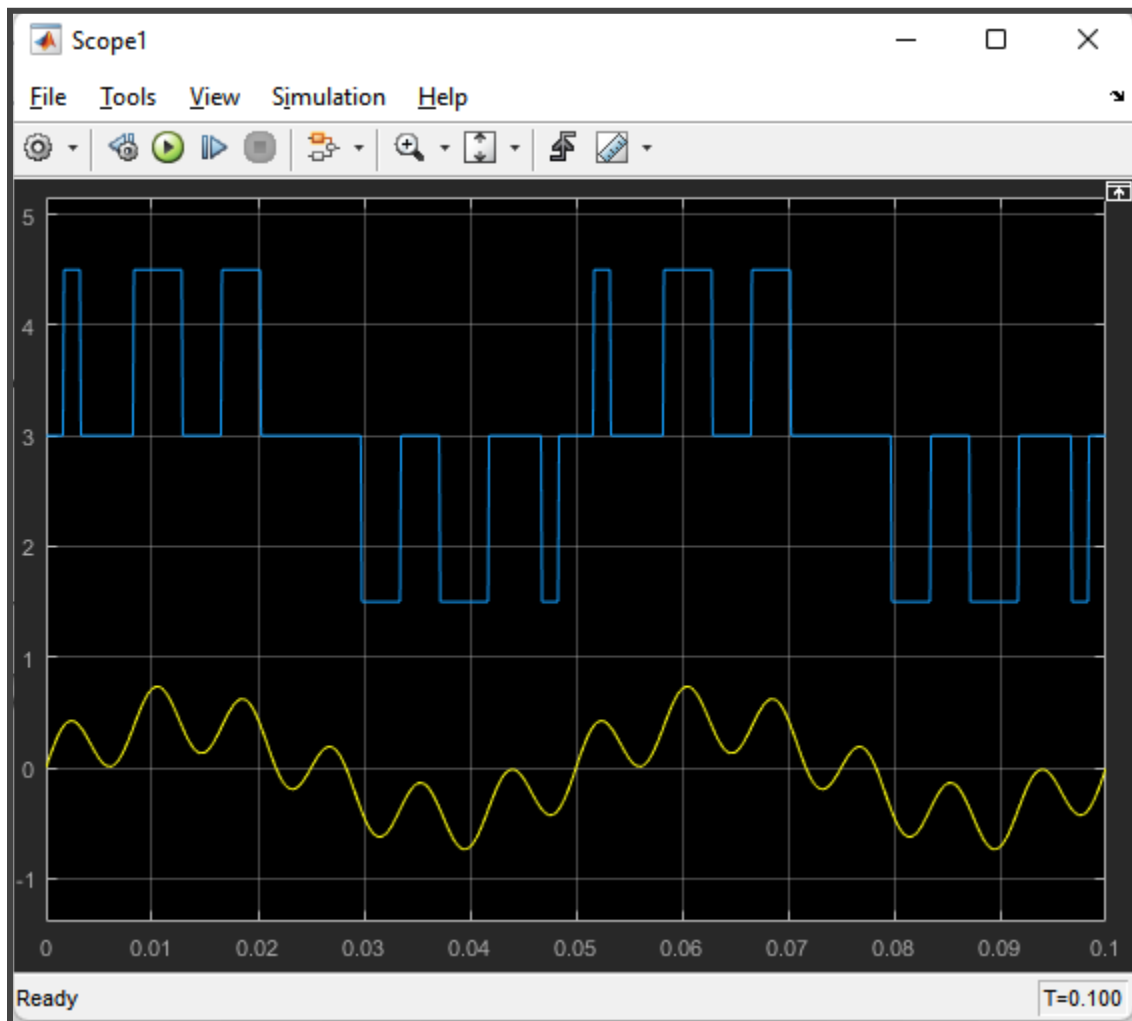
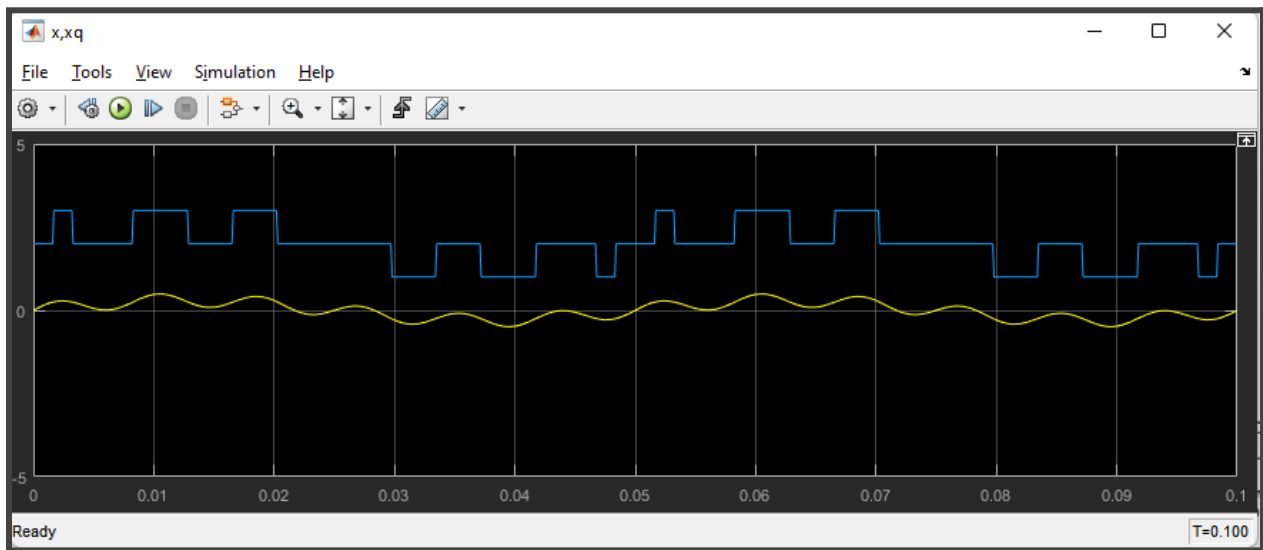
A relação sinal ruído é = -0.3920

Este valor é menor porque, a atenuação é alta, isto quer dizer que, quanto menor a relação sinal ruído maior é a qualidade do sinal recebido.

6) Resolução: Sinal multiplicado por 1,5, sofre o fenômeno de clipping:



Clipping ocorreu porque a sua amplitude foi excessiva:



3.3) Influência do número de níveis na quantificação.

1) Resolução: O ruído diminui quando o número de níveis aumenta.

2) Resolução:

Código de matlab R = 6, psd foi substituído por pwelch porque é recomendado pelo matlab

```
code1.m
1
2 %-----calcula da Gama-----
3 R = 6; % número de bits
4 L = 2^R; % número de níveis
5 max = 1; min = -1;
6 gama = max - min;
7
8
9 %-----Calculo das Níveis de Quantizacao-----
10 delta = gama/L; % Passo de partição (step)
11 partition = min+delta : delta : max-delta; % Níveis de decisão
12 NiveisQuantizacao = min + delta/2 : delta : max - delta/2;
13
14 pwelch(NiveisQuantizacao)
15
16
```

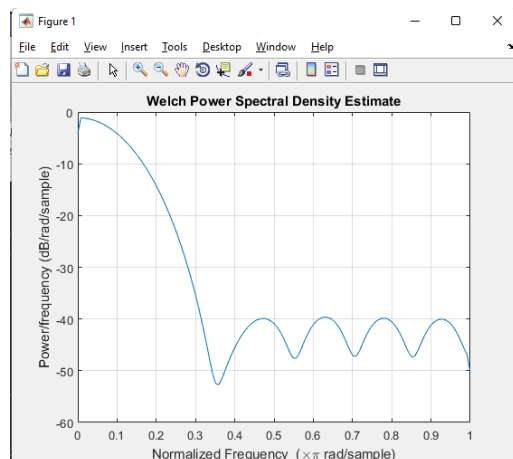
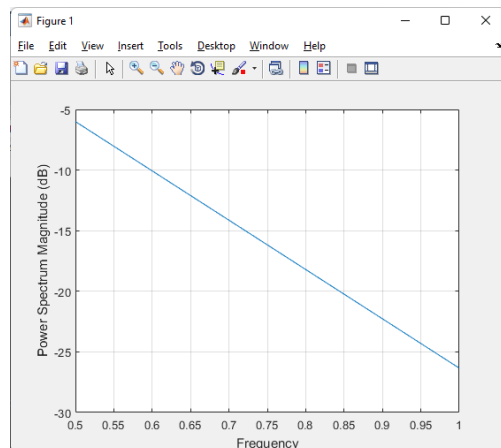


Gráfico do R=2 foi usado o psd:

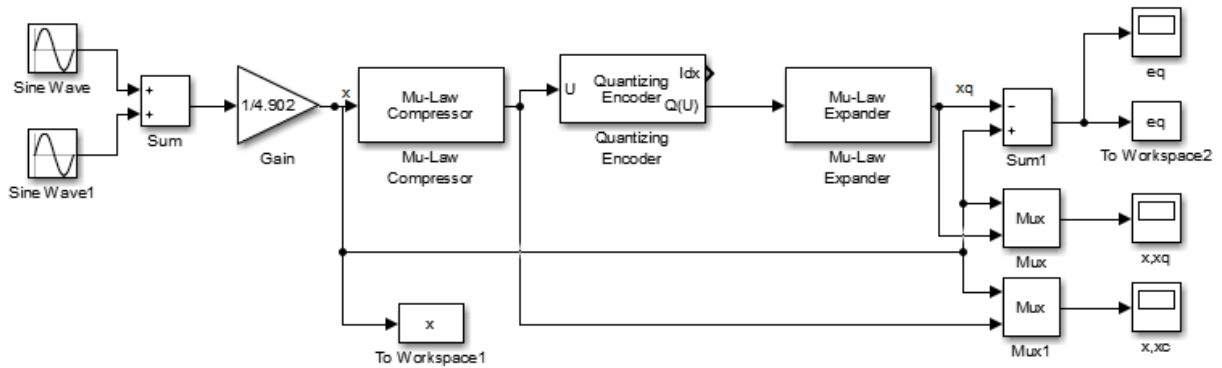


3) Resolução: Tabela

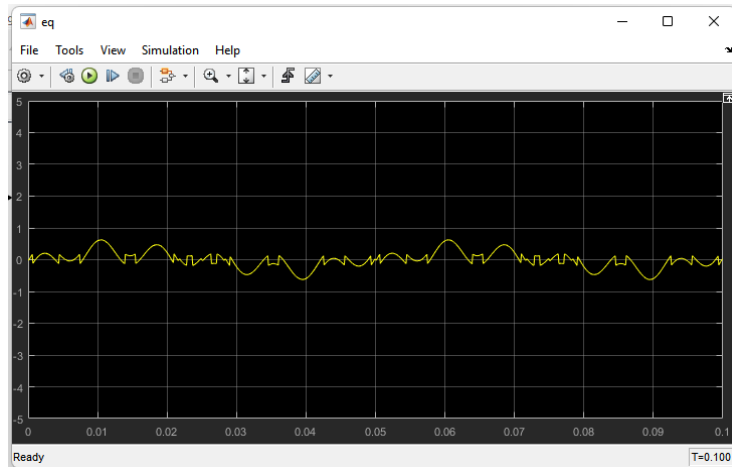
Número de bits	N_q	(s/N_q) dB	(s/N_q) dB teórico
2	0.0208	48	47.5
3	0.0052	192	192
4	0.0013	768	768
5	3.2552e-04	3072	3071.6
6	8.1380e-05	12288	12289

3.4) Quantização não uniforme.

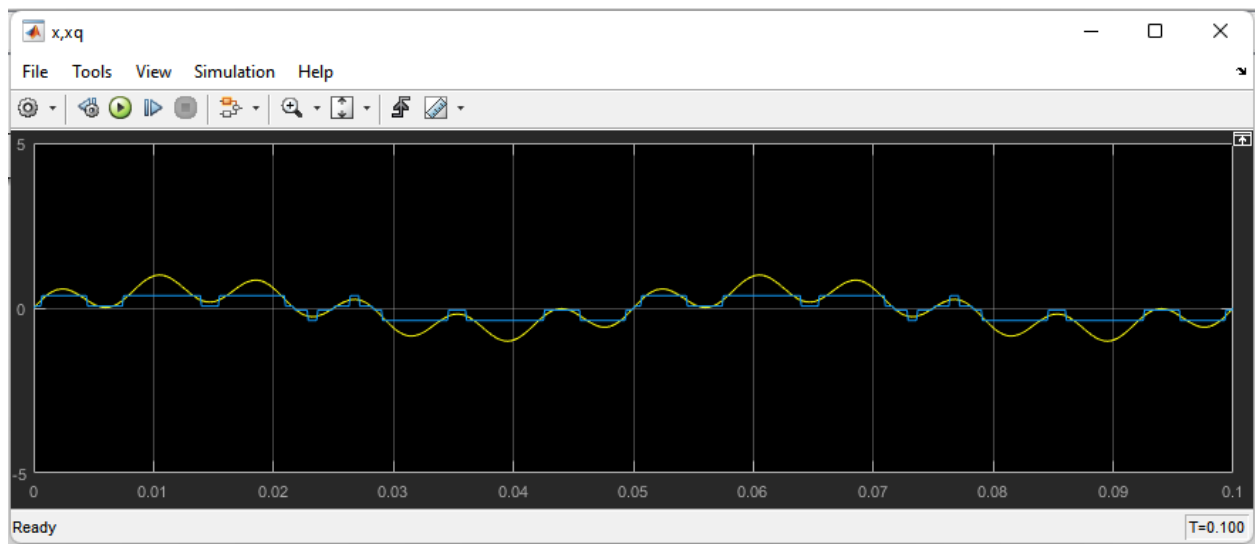
1) Resolução: diagrama utilizado.



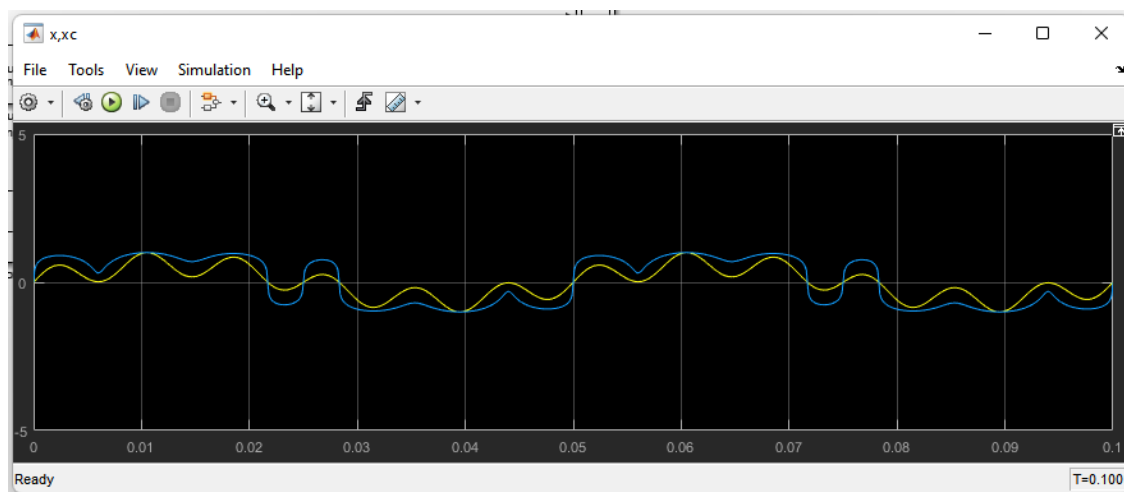
eq:



x,xq:



x,xc:



2)  Resolução:

$$\text{gama} = \text{max} - \text{min} = 0.75 - (-0.75) = 1.5$$

$$\text{Delta} = \text{gama} / L = 1.5 / 32 = 0.0469$$

$$\text{Potência do ruído} = (\text{delta}^2) / 12 = 0.00018330083$$

Relação entre sinal atenuado e potência do ruído de quantização:

$$\text{sinal} / \text{potência Ruído} = 1 / 0.00018330083 = 5455.51$$
