Aluno: Guilherme Quadros da Silva

RU: 3282910

Uninter - Matemática Computacional: AP Criptografia Simétrica com XOR

Atividade Prática (AP) da disciplina de Matemática Computacional do curso de Engenharia de Computação da Uninter:

Codificar a mensagem “APROVADO” por criptografia simétrica pelo algoritmo elementar XOR utilizando como chave criptográfica o seu RU ou parte dele. Após a obtenção da cifra decodificá-la comprovando a reciprocidade do processo.

Instruções

A pasta **"source"** contém o código-fonte do programa criado para resolver o problema proposto. A solução do projeto foi escrita em .NET 4.6 com a linguagem de programção C# utilizando a IDE "Rider" versão 2020.1.3 da Jetbrains, mas a última versão do Visual Studio Community deve conseguir abrir o projeto normalmente. Caso queira somente visualizar o código-fonte basta abrir o arquivo "Program.cs" em um bloco de notas.

A pasta **"exe"** contém um executável do programa desenvolvido compatível .NET 4.6, o Windows 10 deve suportar essa versão por padrão: https://docs.microsoft.com/en-us/archive/blogs/astebner/mailbag-what-version-of-the-net-framework-is-included-in-what-version-of-the-os

Mas se o seu sistema operacional não suportar o executável você conseguirá facilmente achar na internet uma versão de .NET Framework ou Mono compatível.

O código é escrito em inglês por uma preferência minha e costume mesmo.

O Programa

Se você está lendo somente o PDF desse trabalho, o código, o executável e todo o resto também podem ser encontrados no seguinte repositório: https://github.com/guiquadros/uninter-xor-crypto

Abaixo está a classe "Program.cs" contendo todo o código-fonte do programa. Este projeto contém dependência com a biblioteca "Newtonsoft.Json", você consegue enontrá-la facilmente na internet ou instalá-la via NuGet package manager na sua IDE de preferência, a DLL dela já está inclusa projeto que está no repositório acima mencionado.

```
//#define DEBUG_BIN_CONVERSION

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Threading;
using Newtonsoft.Json;

namespace xor_cryptography
{
    public class Program
    {
        private const int BIN_PART_SIZE = 7;

        public static void Main(string[] args)
        {
            const string TEXT_TO_ENCRYPT = "APROVADO";
            const int RU = 3282910;

            Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Yellow;

            Console.WriteLine("Uninter - Matematica Computacional: AP Criptografia
Simetrica com XOR");
            Console.WriteLine("Autor: Guilherme Quadros da Silva");

            // encryption
            WaitNextStep("PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROGRAMA DE CRIPTOGRAFIA
E DESCRIPTOGRAFIA.");
            WriteLineInDifferentColor($"Encriptando \"{TEXT_TO_ENCRYPT}\" com o RU \"
{RU}\"...", ConsoleColor.Red);
            Console.WriteLine();
            string encryptedString = EncryptStringXor(TEXT_TO_ENCRYPT, RU);
            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine();
            WriteInDifferentColor($"\"{TEXT_TO_ENCRYPT}\" ", ConsoleColor.Cyan);
            WriteInDifferentColor($"foi criptografado para: ", ConsoleColor.Red);
            WriteLineInDifferentColor($"{ToLiteral(encryptedString)}",
ConsoleColor.Cyan);
            Console.WriteLine();

            // decryption
            WaitNextStep("PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE
```

```
DESCRIPTOGRAFIA.");
            WriteLineInDifferentColor($"Descriptando {ToLiteral(encryptedString)} com
o RU \"{RU}\"...", ConsoleColor.Red);
            string decryptedString = EncryptStringXor(encryptedString, RU);
            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine();
            WriteInDifferentColor($"{ToLiteral(encryptedString)} ",
ConsoleColor.Cyan);
            WriteInDifferentColor($"foi descriptografado para: ", ConsoleColor.Red);
            WriteLineInDifferentColor($"\"{decryptedString}\"", ConsoleColor.Cyan);

            Console.WriteLine();
            WaitNextStep("PRESSIONE QUALQUER TECLA PARA FECHAR A EXECUCAO DO
PROGRAMA.");
        }

        private static string EncryptStringXor(string textToEncrypt, int RU)
        {
            if (string.IsNullOrEmpty(textToEncrypt)) return string.Empty;

            Console.WriteLine($"Buscando valores de {ToLiteral(textToEncrypt)} na
tabela ASCII:");
            Console.WriteLine("\"{character}\" = \"{valor ASCII em decimal}\" e \"
{valor ASCII em binario}\"");
            List<string> binCharsListStr = new List<string>();
            foreach (char character in textToEncrypt)
            {
                int charAsDec = character;
                string charAsBinStr = ConvertDecToBinStr(charAsDec);

                string decToShow = $"\"{charAsDec} (10)\"";
                WriteLineInDifferentColor($"
{ToLiteral(character.ToString()).PadLeft(10, ' ')} = {decToShow.PadLeft(10, ' ')} e
\"{charAsBinStr} (2)\"", ConsoleColor.Gray);

                binCharsListStr.Add(charAsBinStr);
            }

            string binTxtStr = string.Join(string.Empty, binCharsListStr);
            Console.WriteLine();
            WriteLineInDifferentColor($"{ToLiteral(textToEncrypt)} = \"{binTxtStr}
(2)\"", ConsoleColor.Red);

            WaitNextStep("PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE OBTENCAO DA
CHAVE DE CRIPTOGRAFIA A PARTIR DO RU.");

            ulong keyInDec = GetCriptoKeyFromRU(RU, binTxtStr, textToEncrypt);
```

```
            string keyInBinStr = ConvertDecToBinStr(keyInDec);
            Console.WriteLine();
            WriteLineInDifferentColor($"Chave obtida = \"{keyInBinStr} (2)\"",
ConsoleColor.Red);
            Console.WriteLine();

            int diffKeyAndTxt = keyInBinStr.Length - binTxtStr.Length;

            // adding additional "0" in the key
            if (diffKeyAndTxt > 0)
            {
                int diffWithPartSize = BIN_PART_SIZE - diffKeyAndTxt;

                if (diffWithPartSize > 0)
                {
                    diffKeyAndTxt += diffWithPartSize;

                    // complete key with "0" on the left
                    keyInBinStr = keyInBinStr.PadLeft(keyInBinStr.Length +
diffWithPartSize, '0');
                }
            }

            // encryption logic started
            WaitNextStep("PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE CIFRAGEM.");
            Console.WriteLine("Criptografando com XOR:");
            const string XOR_SEPARATOR = "    ";

            for (int i = 0; i < diffKeyAndTxt; i++)
            {
                Console.Write(" ");
            }
            Console.Write(XOR_SEPARATOR);
            foreach (string binChar in binCharsListStr)
            {
                WriteInDifferentColor(XOR_SEPARATOR + binChar, ConsoleColor.Gray);
            }
            WriteInDifferentColor($"{XOR_SEPARATOR}({ToLiteral(textToEncrypt)})",
ConsoleColor.Cyan);

            Console.WriteLine();
            WriteInDifferentColor("XOR ", ConsoleColor.Cyan);
            for (var i = 0; i < binCharsListStr.Count; i++)
            {
                string keyPart = keyInBinStr.Substring((i *
binCharsListStr[i].Length) + diffKeyAndTxt, binCharsListStr[i].Length) +
XOR_SEPARATOR;
```

```
                if (i == 0 && diffKeyAndTxt > 0)
                {
                    string exceededKeyPart = keyInBinStr.Substring(0, diffKeyAndTxt);
                    WriteInDifferentColor(exceededKeyPart, ConsoleColor.DarkBlue);
                    Console.Write(XOR_SEPARATOR);
                }

                WriteInDifferentColor(keyPart, ConsoleColor.Gray);
            }
            WriteInDifferentColor($"(\"{keyInDec}\")", ConsoleColor.Cyan);

            Console.WriteLine();
            Console.Write(XOR_SEPARATOR);
            for (var i = 0; i < binTxtStr.Length + (binCharsListStr.Count *
XOR_SEPARATOR.Length) + diffKeyAndTxt + XOR_SEPARATOR.Length; i++)
            {
                Console.Write("-");
            }

            Console.WriteLine();
            Console.Write(XOR_SEPARATOR);
            if (diffKeyAndTxt > 0)
            {
                for (int i = 0; i < diffKeyAndTxt; i++)
                {
                    Console.Write(" ");
                }

                Console.Write(XOR_SEPARATOR);
            }

            // the actual encryption
            string encryptedBinTxt = string.Empty;
            for (int i = binTxtStr.Length - 1; i >= 0; i--)
            {
                int txtCharAsDec = int.Parse(binTxtStr[i].ToString());
                int keyCharAsDec = int.Parse(keyInBinStr[i +
diffKeyAndTxt].ToString());

                string xorResultStr = (txtCharAsDec ^ keyCharAsDec).ToString();
                encryptedBinTxt = $"{xorResultStr}{encryptedBinTxt}";
            }

            string encryptedTxt = string.Empty;
            string characterInBin = string.Empty;
            // write down the result
```

```
            for (int i = 0; i < encryptedBinTxt.Length; i++)
            {
                characterInBin = $"{characterInBin}{encryptedBinTxt[i]}";

                if ((i + 1) % BIN_PART_SIZE == 0)
                {
                    WriteInDifferentColor($"{characterInBin}", ConsoleColor.Red);

                    int characterInDec = ConvertBinToDec(characterInBin);
                    char character = (char) characterInDec;
                    encryptedTxt = $"{encryptedTxt}{character}";

                    Console.Write(XOR_SEPARATOR);
                    characterInBin = string.Empty;
                }
            }
            WriteInDifferentColor($"({ToLiteral(encryptedTxt)})", ConsoleColor.Cyan);
            return encryptedTxt;
        }

        private static void WaitNextStep(string message)
        {
            Console.WriteLine();
            WriteLineInDifferentColor(message, ConsoleColor.Magenta);
            Console.ReadKey(true);
            Console.WriteLine();
        }

        /// <summary>
        /// Creates the cryptography key with a useful size (compared to the string
that will be encrypted) based on RU.
        /// </summary>
        /// <param name="RU">Student RU.</param>
        /// <param name="binStr"></param>
        /// <param name="textToEncrypt"></param>
        /// <param name="binCharsListStr"></param>
        /// <returns>The cryptography key.</returns>
        private static ulong GetCriptoKeyFromRU(int RU, string binStr, string
textToEncrypt)
        {
            Console.WriteLine($"Obtendo a chave de criptografia pelo RU \"{RU}\":");

            ulong keyInDec = (ulong)RU;
            string RUstr = RU.ToString();
            string RUinBinStr = ConvertDecToBinStr(RU);
            string keyInBinStr = RUinBinStr;
            Console.WriteLine($"\"{keyInDec} (10)\" = \"{keyInBinStr} (2)\"");
```

```
            int tryCount = 0;
            int RUcharPos = -1;

            // Repeats this until we find a proper key
            do
            {
                // waits a little to display each info (too much info to display at
once)
                Thread.Sleep(300);
                WriteInDifferentColor($"{++tryCount}) Comparando o tamanho da chave
\"{keyInDec} (10)\" (\"{keyInBinStr} (2)\" ", ConsoleColor.Cyan);
                WriteInDifferentColor($"[{keyInBinStr.Length} bits]",
ConsoleColor.Yellow);
                WriteInDifferentColor($") obtida com a string que vai ser
criptografada {ToLiteral(textToEncrypt)} (\"{binStr} (2)\" ", ConsoleColor.Cyan);
                WriteInDifferentColor($"[{binStr.Length} bits]",
ConsoleColor.Yellow);
                WriteLineInDifferentColor($").", ConsoleColor.Cyan);

                Console.Write($"    {keyInBinStr.Length} >= {binStr.Length}? --> ");
                if (keyInBinStr.Length >= binStr.Length)
                {
                    WriteLineInDifferentColor("Sim! ", ConsoleColor.Red);
                    break;
                }

                WriteLineInDifferentColor($"Nao! O tamanho da chave obtida nao e
suficiente para criptografar com XOR a string {ToLiteral(textToEncrypt)}.",
ConsoleColor.Blue);
                // concatenates the current key with the RU in the end to generate a
bigger keys
                char nextRUDigit = GetNextDigitFromRU(RUstr, ref RUcharPos);
                keyInDec = ulong.Parse($"{keyInDec}{nextRUDigit}");
                Console.Write($"    Concatenando a chave com o proximo digito do RU
(");
                WriteInDifferentColor($"\"{keyInDec} (10)\" + \"{nextRUDigit}
(10)\"", ConsoleColor.Gray);
                Console.WriteLine($") para obter uma chave maior:");

                keyInBinStr = ConvertDecToBinStr(keyInDec);
                WriteLineInDifferentColor($"    \"{keyInDec} (10)\" = \"{keyInBinStr}
(2)\"", ConsoleColor.Gray);
            } while (true);

            return keyInDec;
        }
```

```
        private static void WriteLineInDifferentColor(string message, ConsoleColor
color)
        {
            ConsoleColor oldFgColor = Console.ForegroundColor;
            Console.ForegroundColor = color;
            Console.WriteLine(message);
            Console.ForegroundColor = oldFgColor;
        }

        private static void WriteInDifferentColor(string message, ConsoleColor color)
        {
            ConsoleColor oldFgColor = Console.ForegroundColor;
            Console.ForegroundColor = color;
            Console.Write(message);
            Console.ForegroundColor = oldFgColor;
        }

        /// <summary>
        /// Return the next digit position in the student's RU.
        /// </summary>
        /// <param name="RUstr">The student's RU.</param>
        /// <param name="digitPos">The digit used in last concatenation.</param>
        /// <returns></returns>
        private static char GetNextDigitFromRU(string RUstr, ref int digitPos)
        {
            if (digitPos < RUstr.Length - 1)
            {
                digitPos++;
            }
            else
            {
                digitPos = 0;
            }

            return RUstr[digitPos];
        }

        private static string ConvertDecToBinStr(int decNum)
        {
            return ConvertDecToBinStr((ulong) decNum);
        }

        private static string ConvertDecToBinStr(ulong decNum)
        {
#if DEBUG_BIN_CONVERSION
            Console.WriteLine($"Convertendo \"{decNum}\" para binario:");
```

```
#endif

            ulong result = decNum;
            string binResult = string.Empty;

            while (result > 1)
            {
#if DEBUG_BIN_CONVERSION
                Console.Write($"{result} divido por 2: ");
#endif

                ulong remaining = result % 2;
                binResult = $"{remaining}{binResult}";
                result /= 2;

#if DEBUG_BIN_CONVERSION
                Console.WriteLine($"quociente = {result}; resto = {remaining}");
#endif
            }

            binResult = $"{result}{binResult}";

            binResult = binResult.PadLeft(BIN_PART_SIZE, '0');

#if DEBUG_BIN_CONVERSION
            Console.WriteLine($"\"{decNum}\" em binario = \"{binResult}\"");
#endif

            return binResult;
        }

        private static int ConvertBinToDec(string binNum)
        {
            const int NEW_BASE = 2;

            // only works with integers (without the floating point piece)
            int lastIndex = binNum.Length - 1;
            int result = 0;
            for (int i = lastIndex; i >= 0; i--)
            {
                int index = lastIndex - i;
                int digit = int.Parse(binNum[index].ToString());
                result += digit * (int)Math.Pow(NEW_BASE, i);
            }

            return result;
        }
```

```
        /// <summary>
        /// Helps showing the special characters on the screen./
        /// </summary>
        private static string ToLiteral(string input)
        {
            return JsonConvert.SerializeObject(input);
        }
    }
}
```

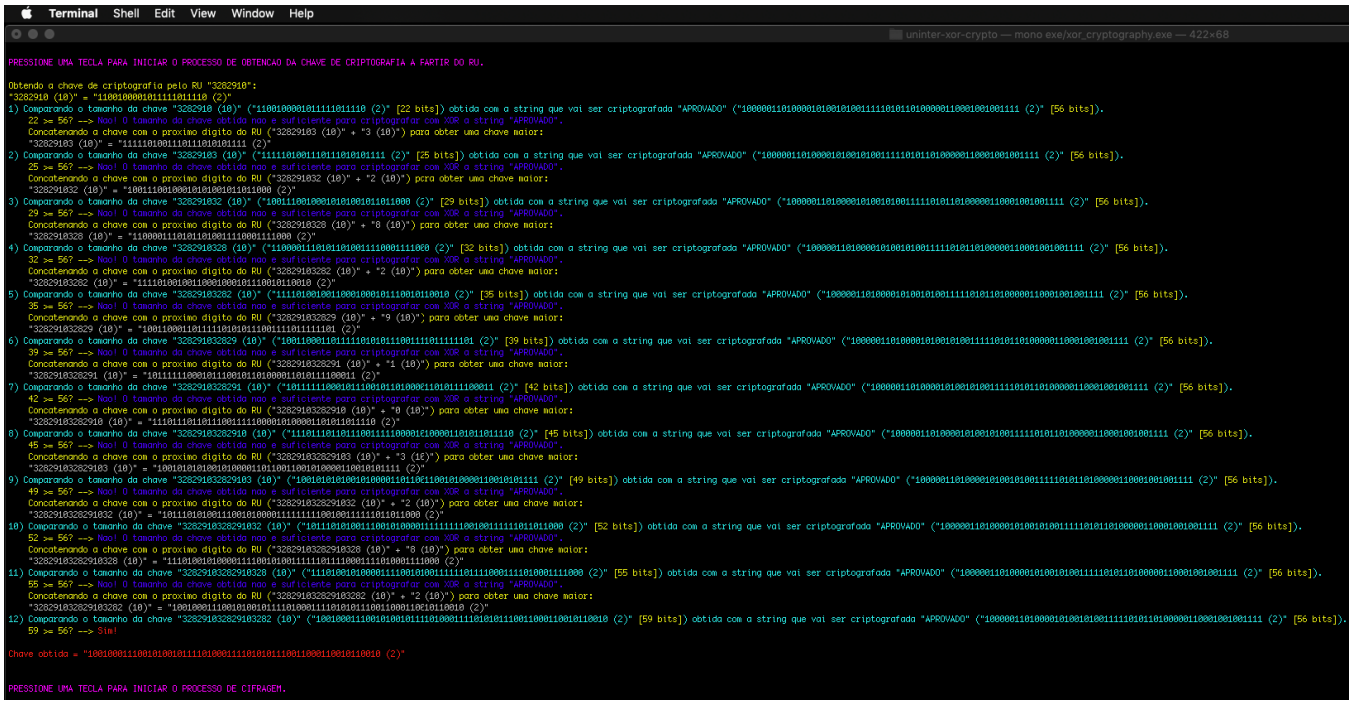
Para executar o programa siga os passos abaixo.

1. O programa pode ser iniciado rodando o arquivo "xor_cryptography.exe" dentro da pasta "exe". Cada etapa do processo ele espera um comando do usuário para prosseguir.

2. A primeira parte é a criptografia, que é iniciada percorrendo cada caracter da palavra "APROVADO" e obtendo seu valor na tabela ASCII em decimal e depois convertendo cada valor decimal para o seu correspondente em binário:

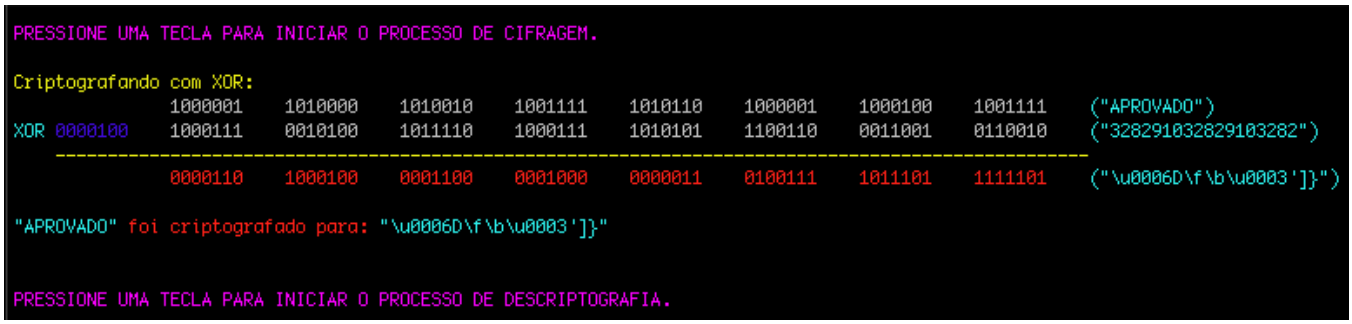
```
PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROGRAMA DE CRIPTOGRAFIA E DESCRIPTOGRAFIA.

Encriptando "APROVADO" com o RU "3282910"...

Buscando valores de "APROVADO" na tabela ASCII:
"{character}" = "{valor ASCII em decimal}" e "{valor ASCII em binario}"
       "A" =  "65 (10)" e "1000001 (2)"
       "P" =  "80 (10)" e "1010000 (2)"
       "R" =  "82 (10)" e "1010010 (2)"
       "O" =  "79 (10)" e "1001111 (2)"
       "V" =  "86 (10)" e "1010110 (2)"
       "A" =  "65 (10)" e "1000001 (2)"
       "D" =  "68 (10)" e "1000100 (2)"
       "O" =  "79 (10)" e "1001111 (2)"

"APROVADO" = "1000001101000010100101001111101011010000011000100100111 1 (2)"

PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE OBTENCAO DA CHAVE DE CRIPTOGRAFIA A PARTIR DO RU.
```

3. Em seguida é obtida a chave de cripografia a partir do RU "3282910". Como o número binário gerado convertendo "3282910" é muito pequeno é feita uma concatenação com cada dígio de "3282910" repetidas vezes até se chegar em uma chave suficientemente grande para cifrar a palavra "APROVADO" toda. A conversão é feita sempre no número resultado de uma vez só e não dígito por digíto, isso permite que a string cifrada gerada seja mais protegida do que em outra abordagens que poderiam utilizar de muitos zeros para a cifragem (como converter dígito a dígito do RU por exemplo).

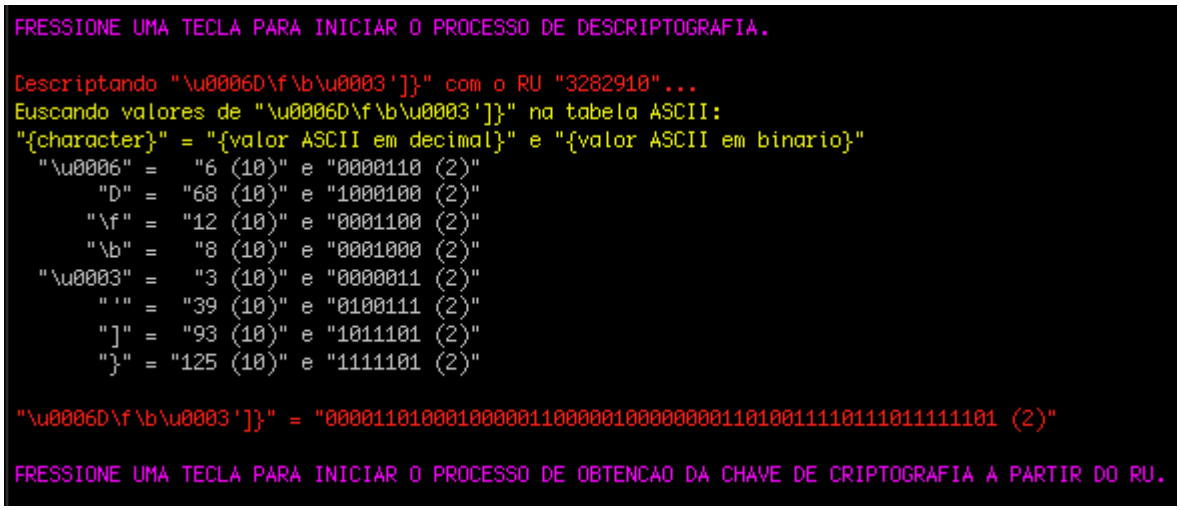


4. O próximo passo é aplicar o operador XOR entre "APROVADO" em binário e a chave obtida. Note que os primeiros bits da chave não são usados na conversão (a chave obtida

no passo anterior tem 59 bits enquanto a palavra "APROVADO" em binário tem 56 bits na conversão utilizada no passo 2).



5. A descriptografia segue os mesmos passos da criptografia, ela só passa a string cifrada ao invés de "APROVADO" para a mesma rotina, utilizando o mesmo RU ("3282910") como base para obtenção da chave. Abaixo a conversão de cada caracter cifrado para binário:



6. Obtenção da chave a partir do número do RU seguindo a mesma lógica anterior:

```
PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE OBTENCAO DA CHAVE DE CRIPTOGRAFIA A PARTIR DO RU.

Obtendo a chave de criptografia pelo RU "3282910":
"3282910 (10)" = "1100100001011111011110 (2)"
1) Comparando o tamanho da chave "3282910 (10)" ("1100100001011111011110 (2)" [22 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   22 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103 (10)" + "3 (10)") para obter uma chave maior:
   "32829103 (10)" = "1111101001101111010101111 (2)"
2) Comparando o tamanho da chave "32829103 (10)" ("1111101001101111010101111 (2)" [25 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   25 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("328291032 (10)" + "2 (10)") para obter uma chave maior:
   "328291032 (10)" = "10011100100010101001011011000 (2)"
3) Comparando o tamanho da chave "328291032 (10)" ("10011100100010101001011011000 (2)" [29 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   29 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("3282910328 (10)" + "8 (10)") para obter uma chave maior:
   "3282910328 (10)" = "11000011101011010011110001111000 (2)"
4) Comparando o tamanho da chave "3282910328 (10)" ("11000011101011010011110001111000 (2)" [32 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   32 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282 (10)" + "2 (10)") para obter uma chave maior:
   "32829103282 (10)" = "111101001001100010001011100101100 (2)"
5) Comparando o tamanho da chave "32829103282 (10)" ("111101001001100010001011100101100 (2)" [35 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   35 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282 (10)" + "9 (10)") para obter uma chave maior:
   "328291032829 (10)" = "10011000110111111010101110011111111101 (2)"
6) Comparando o tamanho da chave "328291032829 (10)" ("10011000110111111010101110011111111101 (2)" [39 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   39 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("3282910328291 (10)" + "1 (10)") para obter uma chave maior:
   "3282910328291 (10)" = "1011111100010111001011010000111010111100011 (2)"
7) Comparando o tamanho da chave "3282910328291 (10)" ("1011111100010111001011010000111010111100011 (2)" [42 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   42 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("3282910328291 (10)" + "0 (10)") para obter uma chave maior:
   "32829103282910 (10)" = "11101110110111001111000010100001101011110 (2)"
8) Comparando o tamanho da chave "32829103282910 (10)" ("11101110110111001111000010100001101011110 (2)" [45 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   45 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282903 (10)" + "3 (10)") para obter uma chave maior:
   "3282910328290103 (10)" = "10010101010010100001101001101000011001011111 (2)"
9) Comparando o tamanho da chave "3282910328290103 (10)" ("10010101010010100001101001101000011001011111 (2)" [49 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   49 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282910321 (10)" + "2 (10)") para obter uma chave maior:
   "3282910328291032 (10)" = "10111010100111001010000111111110010111111010111000 (2)"
10) Comparando o tamanho da chave "3282910328291032 (10)" ("10111010100111001010000111111110010111111010111000 (2)" [52 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   52 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282910328 (10)" + "8 (10)") para obter uma chave maior:
   "3282910328291038 (10)" = "11101001010000111001010011111101111000011111000111000 (2)"
11) Comparando o tamanho da chave "3282910328291038 (10)" ("11101001010000111001010011111101111000011111000111000 (2)" [55 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   55 >= 56? --> Nao! O tamanho da chave obtida nao e suficiente para criptografar com XOR a string "\u0006D\f\b\u0003']}".
   Concatenando a chave com o proximo digito do RU ("32829103282910328 (10)" + "2 (10)") para obter uma chave maior:
   "328291032829103282 (10)" = "10010001110010100101111010001111010101110011000110110010 (2)"
12) Comparando o tamanho da chave "328291032829103282 (10)" ("10010001110010100101111010001111010101110011000110110010 (2)" [59 bits]) obtida com a string que vai ser criptografada "\u0006D\f\b\u0003']}" ("0000110100010000011000001000000011010011110111011111101 (2)" [56 bits]).
   59 >= 56? --> Sim!

Chave obtida = "10010001110010100101111010001111010101110011000110110010 (2)"


PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE CIFRAGEM.
```

7. O resultado final usando o operador XOR, provando que é possível obter a string "APROVADO" novamene a partir da string cifrada.

```
PRESSIONE UMA TECLA PARA INICIAR O PROCESSO DE CIFRAGEM.

Criptografando com XOR:
                0000110    1000100    0001100    0001000    0000011    0100111    1011101    1111101    ("\u0006D\f\b\u0003']}")
XOR 0000100     1000111    0010100    1011110    1000111    1010101    1100110    0011001    0110010    ("32829103282910328 2")
    ------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
                1000001    1010000    1010010    1001111    1010110    1000001    1000100    1001111    ("APROVADO")

"\u0006D\f\b\u0003']}" foi descriptografado para: "APROVADO"


PRESSIONE QUALQUER TECLA PARA FECHAR A EXECUCAO DO PROGRAMA.
```