Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

**Performance Benchmarking of Cryptographic Mechanisms**

**Relatório 1**

João Sousa e Rui Santos

CC2009: Segurança e Privacidade

Prof.º Manuel Correia

Prof.º João Vilela

Prof.º Henrique Faria

Março de 2024

Índice

[Implementação 2](#_Toc161998872)

[Descrição código para alínea B 2](#_Toc161998873)

[Imports 2](#_Toc161998874)

[Função de encriptação 2](#_Toc161998875)

[Função de desencriptação 3](#_Toc161998876)

[Funções auxiliares 3](#_Toc161998877)

[Funções relacionadas com gráficos 8](#_Toc161998878)

[Descrição código para alínea C 9](#_Toc161998879)

[Imports 9](#_Toc161998880)

[Criação de chave publica e chave privada 9](#_Toc161998881)

[Função de encriptação 10](#_Toc161998882)

[Função de desencriptação 10](#_Toc161998883)

[Funções auxiliares 11](#_Toc161998884)

[Funções relacionadas com gráficos 12](#_Toc161998885)

[Descrição código para alínea D 13](#_Toc161998886)

[Imports 13](#_Toc161998887)

[Geração de hash 13](#_Toc161998888)

[Funções auxiliares 14](#_Toc161998889)

[Funções relacionadas com gráficos 15](#_Toc161998890)

[Explicação de como geramos/obtemos os resultados 16](#_Toc161998891)

[Plots showing 17](#_Toc161998892)

[AES encryption and RSA encryption times: 22](#_Toc161998893)

[AES encryption and SHA digest generation times: 22](#_Toc161998894)

[RSA encryption and decryption times: 23](#_Toc161998895)

[Bibliografia 24](#_Toc161998896)

# Implementação

De seguida temos a descrição dos componentes principais para cada porção de código utilizada para as alíneas B, C e D do projeto.É importante referir que em todo o projeto utilizamos a biblioteca de criptografia desenvolvida por a organização PyCA.

## Descrição código para alínea B

Para melhor descrever o código decidimos dividir em diferentes secções e explicar cada uma delas com uma imagem do código e uma breve descrição.

### Imports

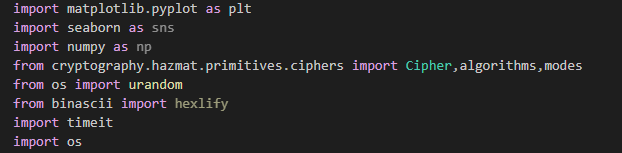




Figura - imports alínea B

### Função de encriptação

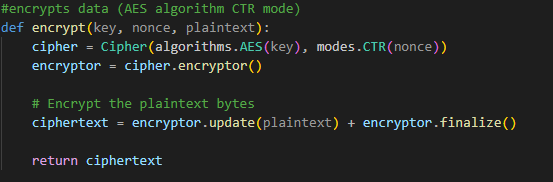


Figura - função de encriptação

Para a encriptação criamos uma função que recebe os argumentos:

* Key : palavra chave secreta (terá sempre 256 bits);
* Nonce : utilizado pelo modo CTR;
* Plaintext: texto a encriptar.

No final a função devolve o texto cifrado.

### Função de desencriptação

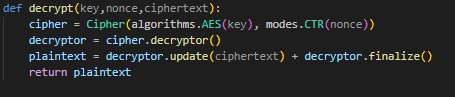


Figura - função de desencriptação

Para a desencriptação criamos uma função que recebe os argumentos:

* Key : palavra chave secreta (terá sempre 256 bits);
* Nonce : utilizado pelo modo CTR;
* ciphertext: texto a desencriptar.

No final a função devolve o texto original.

### Funções auxiliares

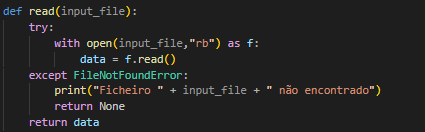


Figura - função de leitura de ficheiro

Função utilizado para leitura de dados presentes num ficheiro passado como argumento. Em caso de sucesso, retorna os conteúdos de input\_file sobre a forma de sequência de bytes. Em caso de insucesso retorna None.

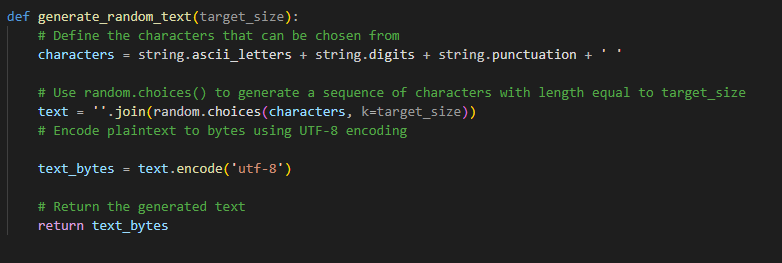


Figura – **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICIONAR DECRIÇÃO

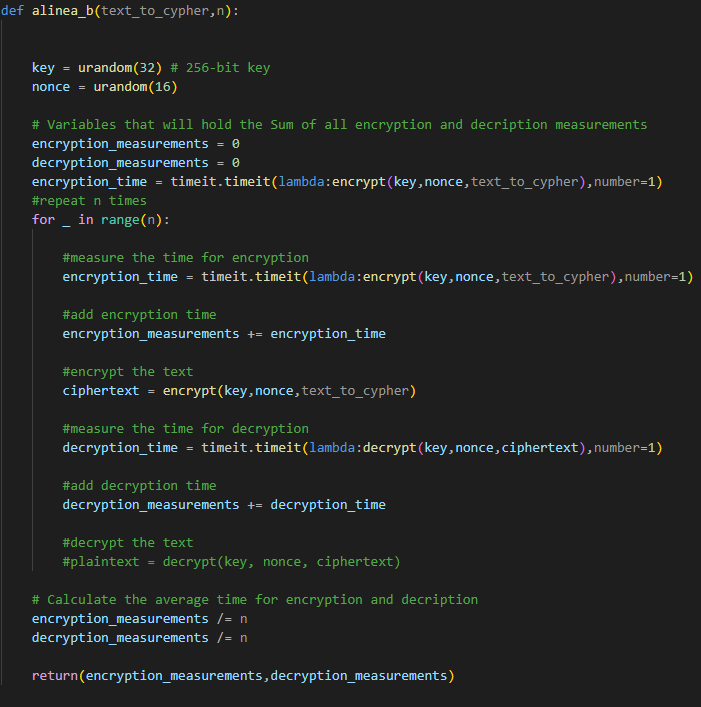


Figura - função que implementa a parte “principal” da alínea B do projeto

Esta função tem como objetivo:

* Receber texto que vai ser cifrado;
* Fazer a encriptação e decriptação desse texto n vezes (nota: realizamos uma medição inicial antes do ciclo for , porque a primeira utilização do timeit dava tempos superiores ao que era suposto);
* Em cada iteração calcular o tempo que demorou a encriptar e a desencriptar (individualmente);
* Adicionar os resultados de cada iteração as respetivas variáveis auxiliares;
* Por fim , após as n iterações , fazer a média da encriptação e decriptação e retornar estes valores.

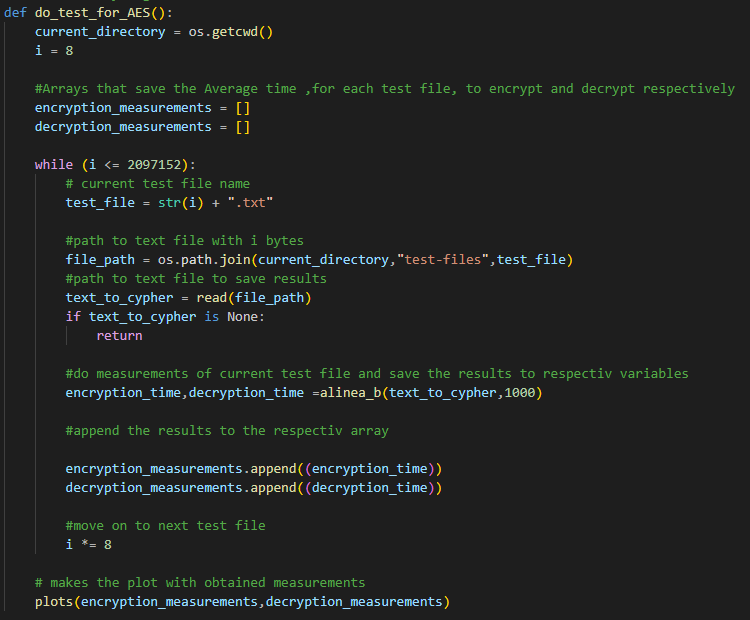


Figura - função que realiza todos os testes definidos para a alínea B

Função que realizei os testes em todos os casos de teste, mencionados na alínea A do projeto para o algoritmo AES. É importante referir que nos realizamos 1000 repetições para garantir resultados estatisticamente significantes. No final são feitos os gráficos.

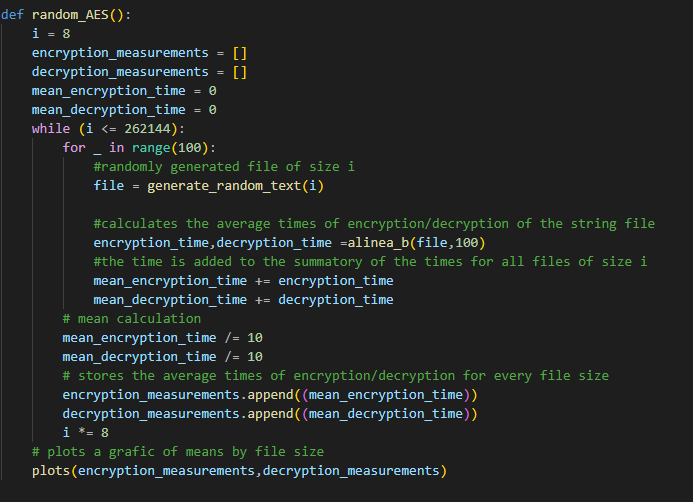


Figura - **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICIONAR DESCRIÇÃO

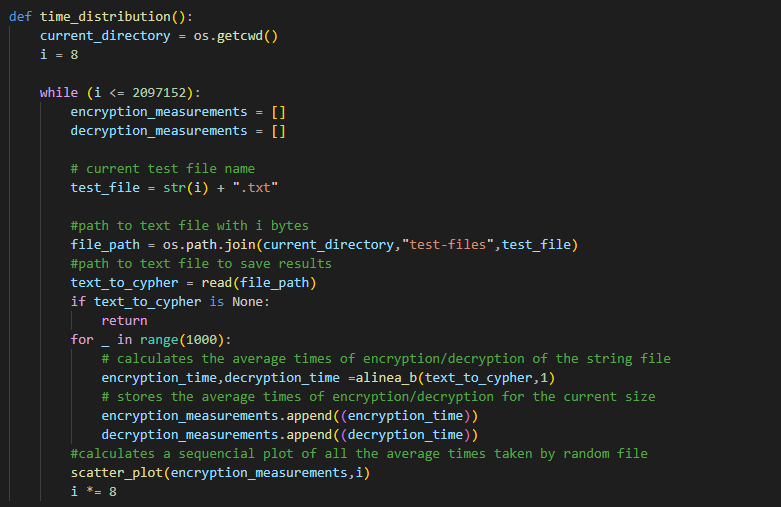


Figura - **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICONAR DESCRIÇÃO

### Funções relacionadas com gráficos

De seguida temos as funções que utilizamos para todos os gráficos relacionados com a alínea B do projeto.

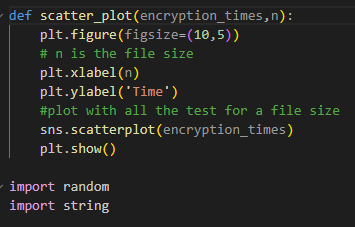


Figura - **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICIONAR DESCRIÇÃO

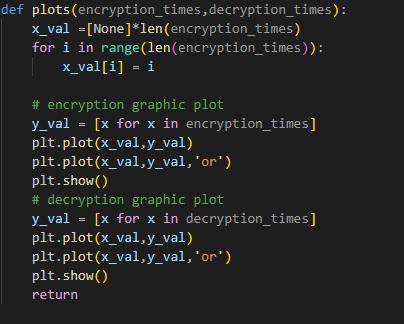


Figura - **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICIONAR DESCRIÇÃO

## Descrição código para alínea C

Mais uma vez, para melhor descrever o código decidimos dividir em diferentes secções e explicar cada uma delas com uma imagem do código e uma breve descrição.

### Imports

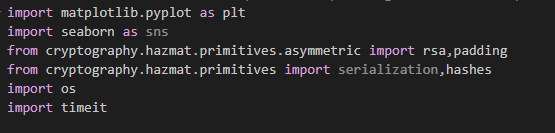


Figura - imports alínea C

### Criação de chave publica e chave privada

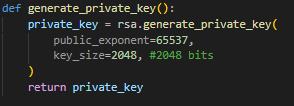


Figura - função que gera chave privada e variáveis globais que representam chave privada e chave publica

Para a criação da chave privada, definimos uma função que queria uma chave privada com o tamanho da chave igual a 2048 bits e retornamos essa chave privada. É importante referir que utilizamos variáveis globais que guardam a chave privada e chave pública, e não tivemos em conta este tempo de geração da chave privada para os tempos medidos.

### Função de encriptação

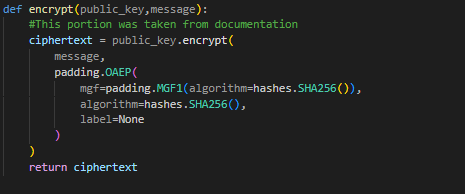


Figura - função de encriptação

Para a encriptação criamos uma função que recebe os argumentos:

* Public\_key : palavra chave publica ,usada para a encriptação (obtida através da chave privada );
* message: mensagem que vamos encriptar.

Neste caso seguimos a encriptação com os parâmetros sugeridos pelos criadores da biblioteca.

### Função de desencriptação

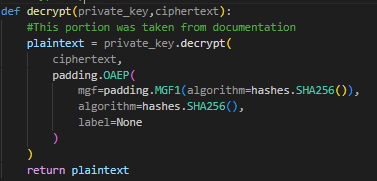


Figura - função de desencriptação

Para a desencriptação criamos uma função que recebe os argumentos:

* Private\_key : palavra chave privada ,usada para a desencriptação;
* Ciphertext : texto cifrado que vamos desencriptar.

Neste caso seguimos também os parâmetros sugeridos pelos criadores da biblioteca.

### Funções auxiliares

Decidimos não acrescentar as funções read porque é exatamente igual a definidas na alínea B.

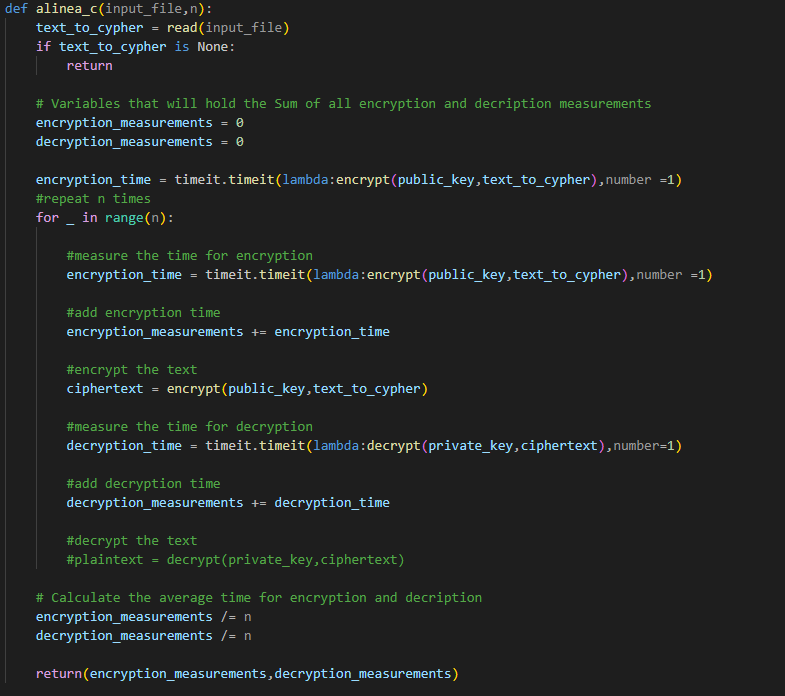


Figura - função que implementa a parte “principal” da alínea C do projeto

Esta função tem como objetivo:

* Receber ficheiro de input, que vai conter o texto a ser cifrado;
* Fazer a encriptação e decriptação desse texto n vezes (nota: realizamos uma medição inicial antes do ciclo for , porque a primeira utilização do timeit dava tempos superiores ao que era suposto);
* Em cada iteração calcular o tempo que demorou a encriptar e a desencriptar (individualmente);
* Adicionar os resultados de cada iteração nas variáveis auxiliares respetivas;
* Por fim, após as n iterações, fazer a média da encriptação e decriptação e retornar estes valores.

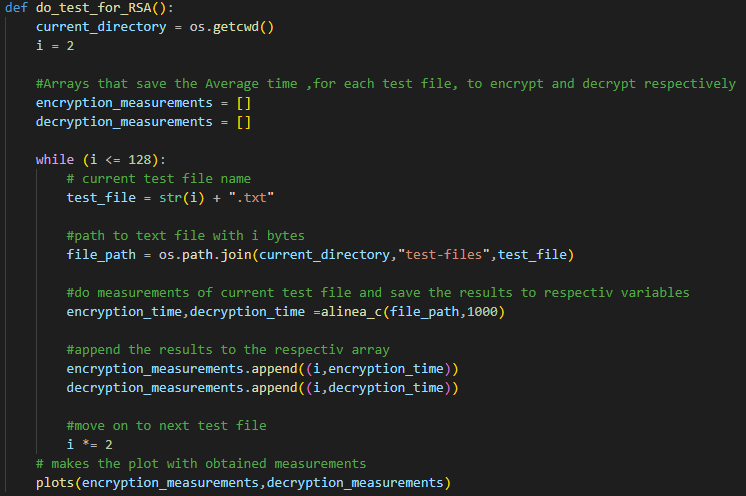


Figura - função que realiza todos os testes definidos para a alínea C

Função que realizei os testes em todos os casos de teste mencionados na alínea A do projeto para o algoritmo RSA. É importante referir que nos realizamos 1000 repetições para garantir resultados estatisticamente significantes. No final são feitos os gráficos.

### Funções relacionadas com gráficos

De seguida temos as funções que utilizamos para todos os gráficos relacionados com a alínea C do projeto.

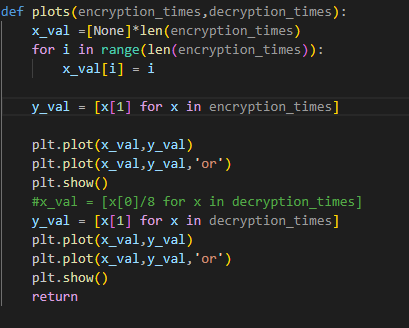


Figura - TODO ADICIONAR LEGENDA

TODO ADICIONAR DESCRIÇÃO

## Descrição código para alínea D

Tal como fizemos anteriormente, vamos descrever o código em diferentes secções e explicar cada uma delas com uma imagem do código e uma breve descrição.

### Imports

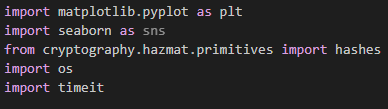


Figura - imports alínea D

### Geração de hash

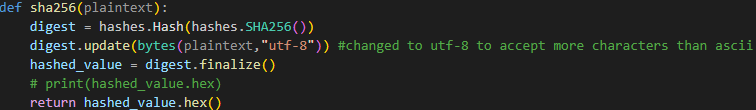


Figura - função que gera hash SHA-256

Recebe como argumento o texto em que vamos aplicar a função de hashing.No final retorna a resultante da aplicação da função hash em Hexadecimal.

### Funções auxiliares

Decidimos não acrescentar as funções read porque é exatamente igual a definida na alínea B.

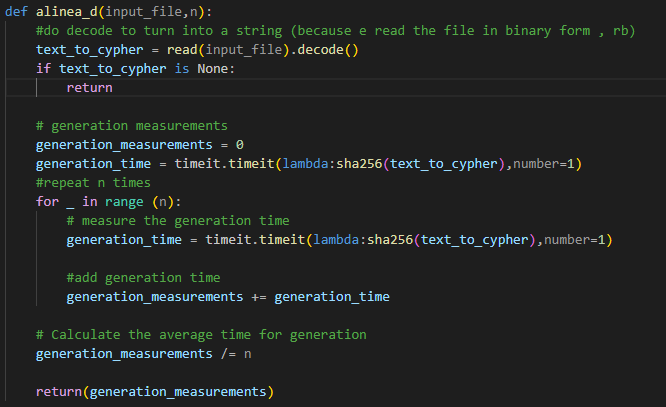


Figura - função que implementa a parte “principal” da alínea D do projeto

Esta função tem como objetivo:

* Receber ficheiro de input, que vai conter o texto que vamos aplicar a função de hash;
* Aplicar a função de hash a esse texto n vezes (nota: realizamos uma medição inicial antes do ciclo for , porque a primeira utilização do timeit dava tempos superiores ao que era suposto);
* Em cada iteração calcular o tempo que demorou a gerar a hash ;
* Adiciona o resultado de cada iteração numa variável auxiliar;
* Por fim, após as n iterações, fazer a média geração e retorna este valor.

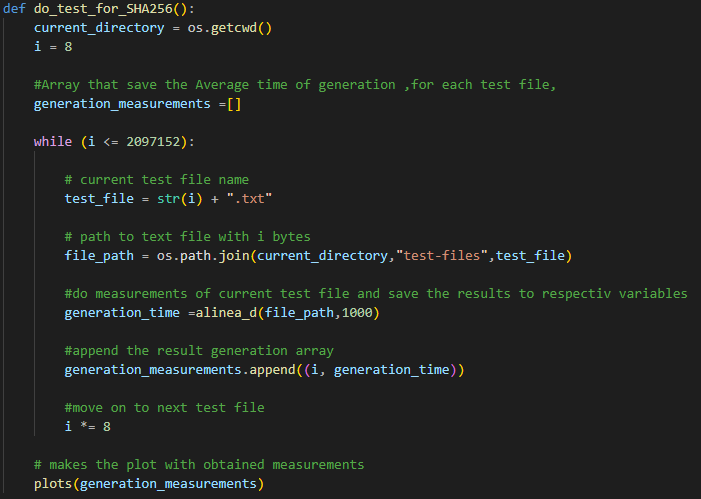


Figura - função que realiza todos os testes definidos para a alínea D

Função que realizei os testes em todos os casos de teste mencionados na alínea A do projeto para o algoritmo SHA-256. É importante referir que nos realizamos 1000 repetições para garantir resultados estatisticamente significantes. No final são feitos os gráficos.

### Funções relacionadas com gráficos

De seguida temos as funções que utilizamos para todos os gráficos relacionados com a alínea D do projeto.

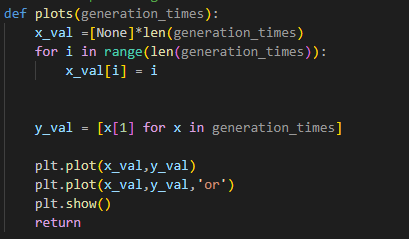


Figura - **TODO ADICIONAR LEGENDA**

TODO ADICIONAR DESCRIÇÃO

# Explicação de como geramos/obtemos os resultados

Computer specifications:

Device name: Huawei Matebook D15

Processer: Intel Core i5 1135G7 / 2.4 GHz

Operating system: Windows 11 Home

Graphics card: Iris Xe Graphics

RAM capacity: 8 GB

Storege capacity: 512 GB SSD NVMe

**TODO COLOCAR O TEXTO ABAIXO EM PORTUGUÊS**

To generate the encryption/decryption time we did 1000 iterations per file size we used the same file in every iteration, with the average of those times for a given file we calculate a plot that shows the difference in time as files get bigger, the x part of the plot does not show the number of bytes due to scaling purposes a correspondence table is present near every plot also due to scaling problem there might be 2 plots for the same experiment with one of them not having the larger file sizes. Specifically in AES there is a scatter plot function that represents chronological the times taken on a specific file size, there is also another function that generates 100 random files of a given size and each file is tested 100 times and the average time taken by each file is used to calculate the average of a given file size

# Plots showing

Figure - Gráfico da média dos tempos de encriptação para todos os tamanhos de ficheiros pedidos

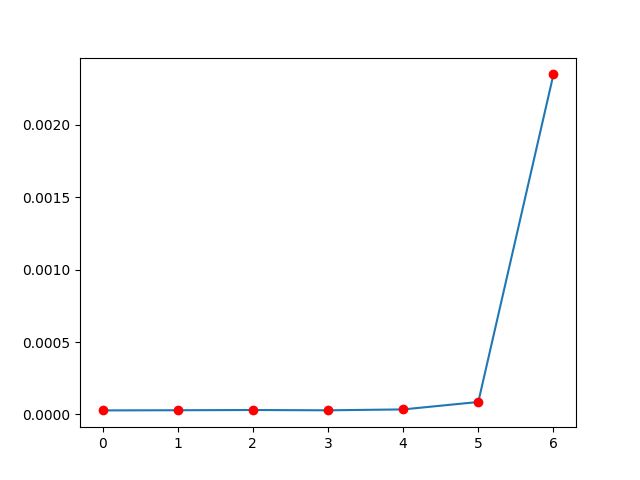
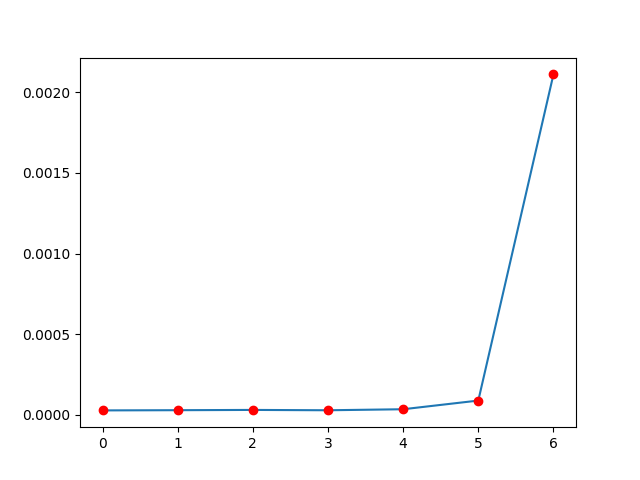
AES\_ENCRYPTION\_TIMES AES\_DECRYPTION\_TIMES

Figure - Gráfico da média dos tempos de decriptação para todos os tamanhos de ficheiros pedidos

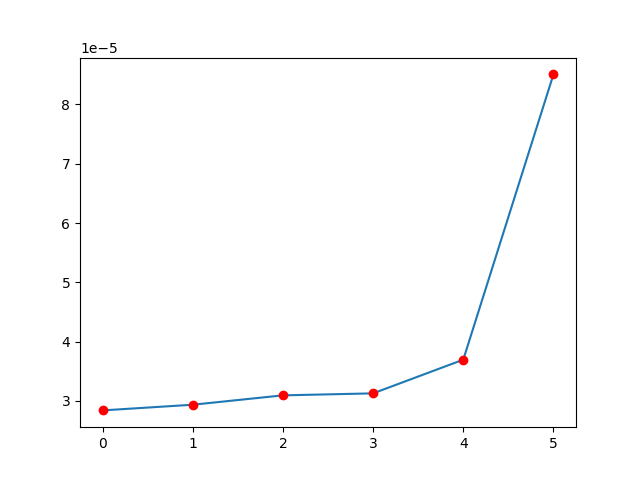


Figure - Gráfico da média dos tempos de encriptação para todos os ficheiros pedidos exceto 2097152 bytes(por motivos de escala)

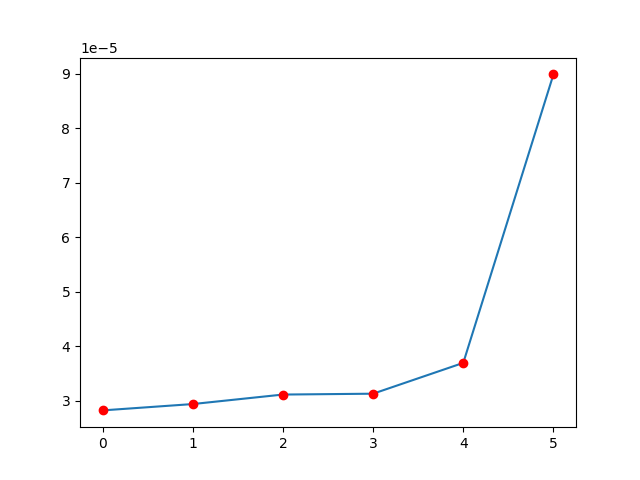


Figure - Gráfico da média dos tempos de decriptação para todos os ficheiros pedidos exceto 2097152 bytes(por motivos de escala)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valor de X no gráfico | Tamanho em bytes correspondente | Como espectável os tempos de encriptação desencriptação são muito semelhantes por se tratar de um algoritmo de encriptação simétrica o que significa que o processo de encriptação e decriptação são idênticos sendo um  algoritmo bastante rápido um tempo próximo de 3 µs o que se deve ao facto de cada bloco de texto  que é encriptado é independente e por isso podem ser encriptados em paralelo |
| 0 | 8 |
| 1 | 64 |
| 2 | 512 |
| 3 | 4096 |
| 4 | 32786 |
| 5 | 262144 |
| 6 | 2097152 |

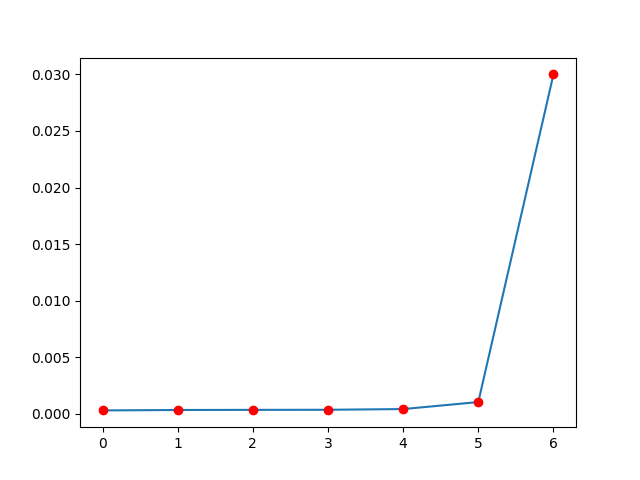
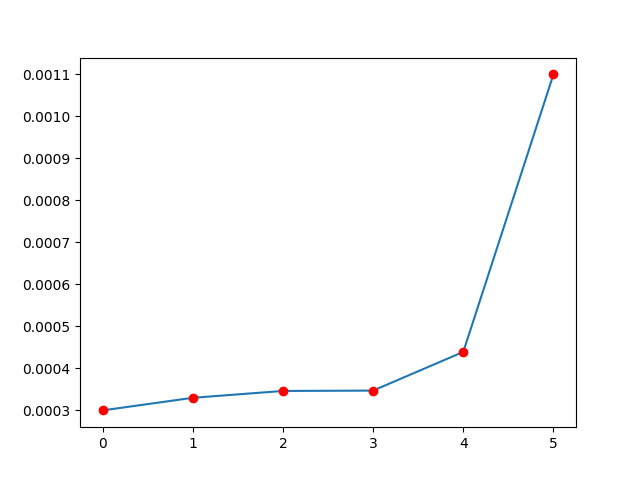
AES RANDOM FILES ENCRYPTION/DECRYPTION TIMES

Figure - Gráfico da média, da media dos tempos de encriptação/decriptação para ficheiros aleatórios exceto 2097152 bytes(por motivos de escala)

Figure - - Gráfico da média, da media dos tempos de encriptação/decriptação para ficheiros aleatórios

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valor de X no gráfico | Tamanho em bytes correspondente | Como espectável os tempos de encriptação desencriptação são muito semelhantes por se tratar de um algoritmo de encriptação simétrica o que significa que o processo de encriptação e decriptação são idênticos sendo um  algoritmo rápido com um tempo inferior a 500 µs para 32786 bytes o que se deve ao facto de cada bloco de texto que é encriptado é independente e por isso podem ser encriptados em paralelo |
| 0 | 8 |
| 1 | 64 |
| 2 | 512 |
| 3 | 4096 |
| 4 | 32786 |
| 5 | 262144 |
| 6 | 2097152 |

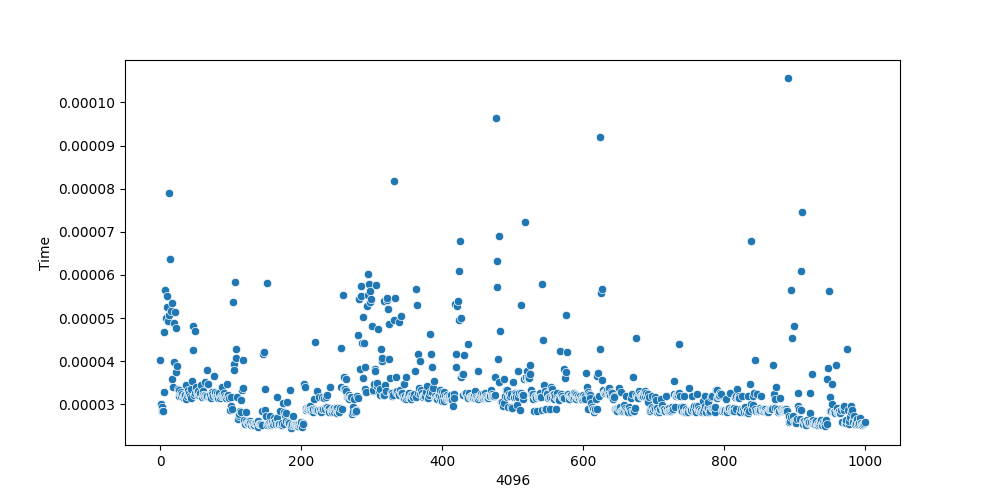
**TODO COLOCAR ISTO EM PORTUGUÊS E ADICONAR LEGENDAS (**

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file, quadro branco

Descrição gerada automaticamenteThe plots below represent the time taken, in seconds to encrypt a file 1000 times, each dot represent one time, each plot has a number on x axis representing the number of bytes the file has, the representation is chronological

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file, diagrama

Descrição gerada automaticamenteUma imagem com texto, captura de ecrã, file, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com captura de ecrã, texto, diagrama, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

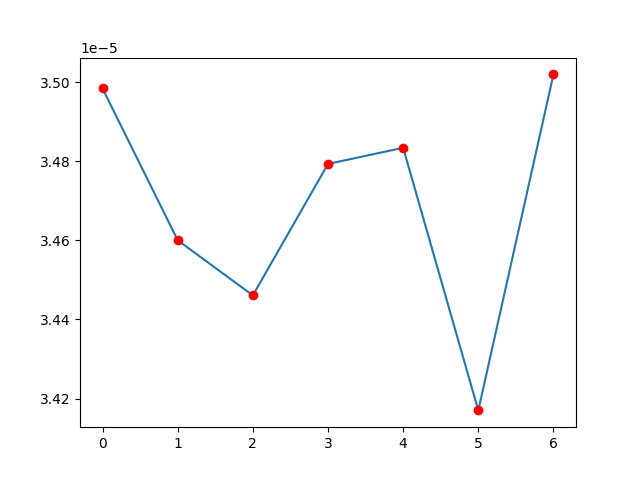
Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com texto, captura de ecrã, file

Descrição gerada automaticamente

NEED TO DO COMMENT !!!

RSA\_ENCRYPTION\_TIMES  RSA\_DECRYPTION\_TIMES

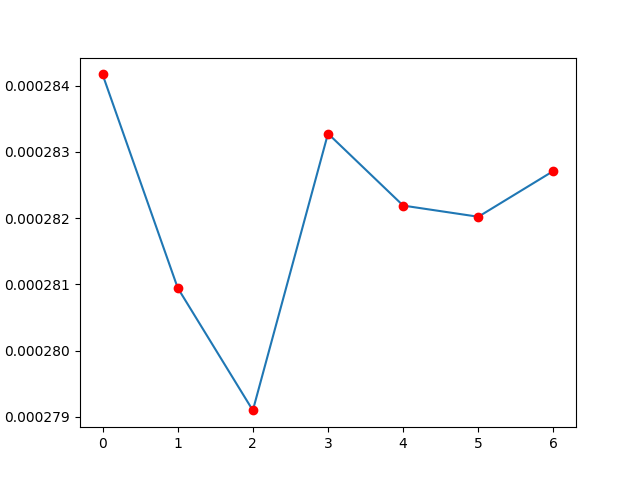


Figure - Gráfico da média dos tempos de decriptação para todos os ficheiros pedidos

Figure - Gráfico da média dos tempos de encriptação para todos os ficheiros pedidos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valor de X no gráfico | Tamanho em bytes correspondente | Como espectável os tempos de encriptação estão na ordem dos 35 µs já o tempo de desencriptação é da casa dos 280 µs quase 100 vezes mais lento o que é explicável pelo facto de do expoente de encriptação ‘e’ ser muito menor que o expoente de decriptação ‘d’o que resulta num aumento no numero de multiplicação necessárias.  Encrypt: C = M^e mod n  Decrypt: M = C^d mod n = (Me)d mod n = M |
| 0 | 2 |
| 1 | 4 |
| 2 | 8 |
| 3 | 16 |
| 4 | 32 |
| 5 | 64 |
| 6 | 128 |

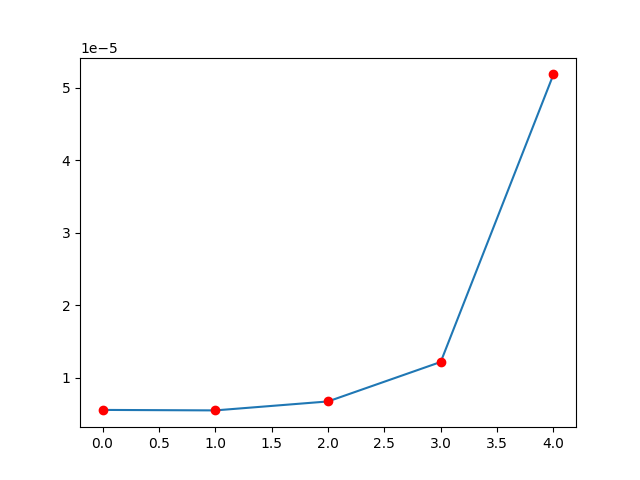
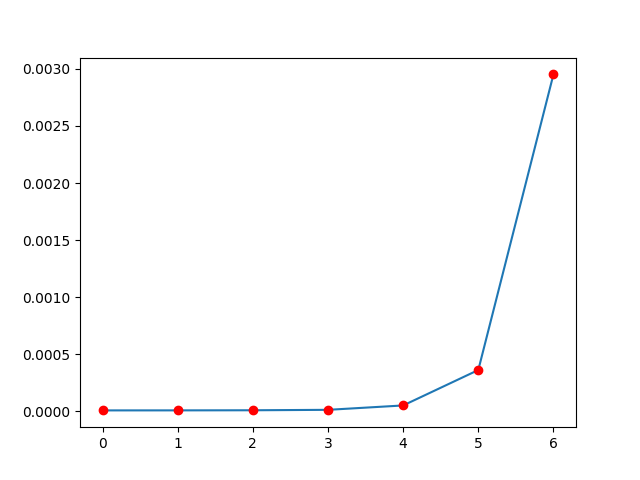
SHA\_GENERATION\_TIMES

Figure - - Gráfico da média dos tempos de geração para todos os ficheiros pedidos exceto,262144 e 2097152 bytes(por motivos de escala)

Figure - - Gráfico da média dos tempos de geração para todos os ficheiros pedidos

NEED TO ALTER COMMENT!!!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Valor de X no gráfico | Tamanho em bytes correspondente | Os tempos de geração de SHA para ficheiros até  512 bytes é menos de 1 µs sendo que existe um aumento para pouco acima de 1 µs para 512 bytes 8 µs para 32786 bytes, para 262144 bytes menos de 500 µs e 20987152 bytes 3000 µs |
| 0 | 8 |
| 1 | 64 |
| 2 | 512 |
| 3 | 4096 |
| 4 |  |
| 5 | 262144 |
| 6 | 2097152 |

NEED TO DO COMMENT !!!

# AES encryption and RSA encryption times:

# AES encryption and SHA digest generation times:

# RSA encryption and decryption times:

# Bibliografia

* <https://cryptography.io/en/latest/hazmat/primitives/>
* <https://cryptography.io/en/latest/hazmat/primitives/asymmetric/rsa/>
* <https://cryptography.io/en/latest/hazmat/primitives/symmetric-encryption/>
* <https://ioflood.com/blog/timeit-python/>
* <https://docs.python.org/3/library/timeit.html>
* <https://stackoverflow.com/questions/18458734/how-do-i-plot-list-of-tuples>