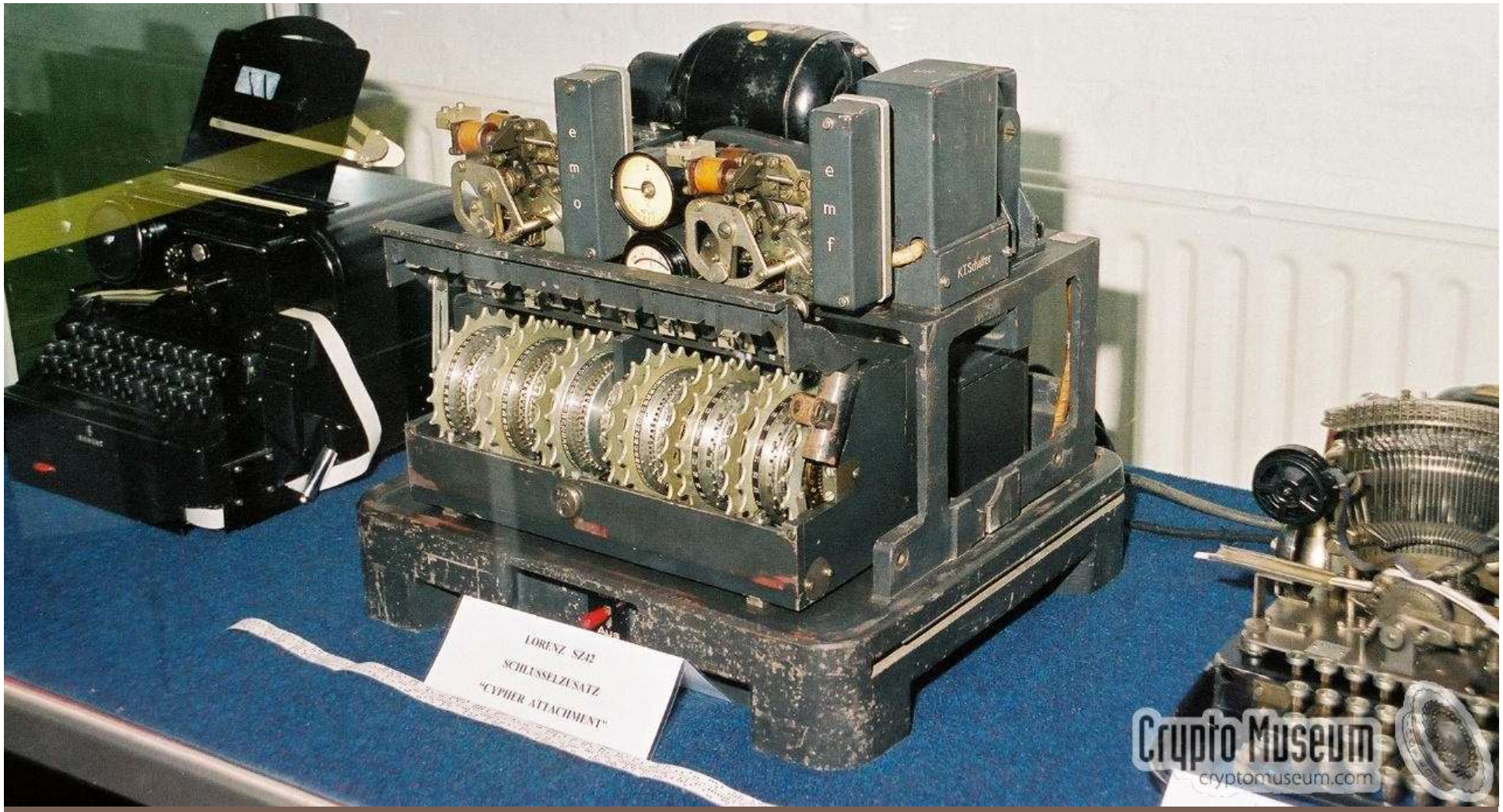


http://www.Criptomuseum.com/Cripto/lorenz/sz40

CRIPTOGRAFIA

universidade de aveiro
departamento de eletrónica, telecomunicações e informática
deti

Laboratórios de Informática

Criptografia: terminologia (1/2)

- Criptografia
  - Arte ou ciência de escrever de forma escondida
    - do Grego *kryptós*, escondido + *graph*, radical de *graphein*, escrever
  - Foi inicialmente usada para tornar a informação confidencial
    - Compreensível apenas para alguns
- Esteganografia
  - Semelhante, mas tecnicamente diferente
    - do Grego *steganós*, escondido + *graph*, radical de *graphein*, escrever
  - É usado para referir a camuflagem de informação
- Criptanálise
  - Arte ou ciência de quebrar sistemas criptográficos ou de revelar informação criptografada

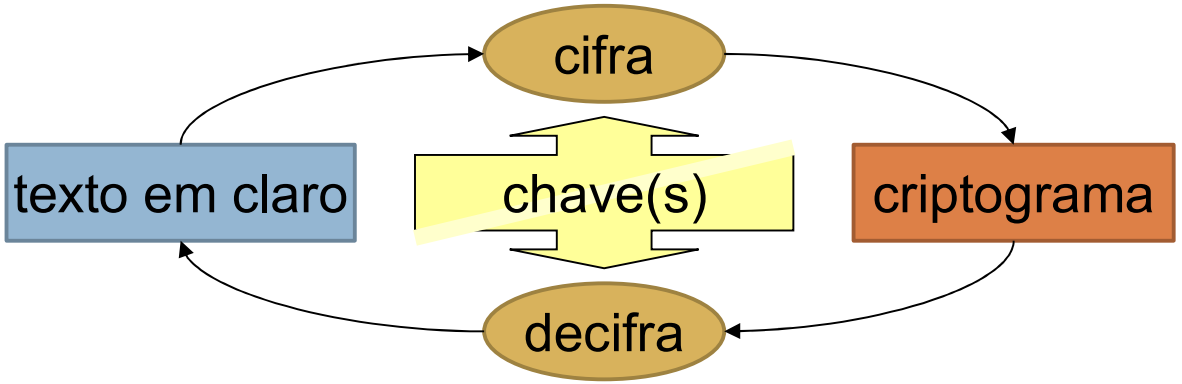
Criptografia: terminologia (2/2)

- Cifra
  - Técnica criptográfica concreta
  - Transformação criptográfica de informação

- Operação de uma cifra
  - cifra (ou cifragem): texto em claro → criptograma
  - decifra (ou decifragem): criptograma → texto em claro

  - Algoritmo: forma pela qual a informação é transformada
  - Chave: parâmetro do algoritmo

Criptografia: terminologia (2/2)



Cifras: evolução da tecnologia

- Manuais
  - Algoritmos simples
  - Transposição ou substituição de letras

Cifras: evolução da tecnologia

- (Eletro)Mecânicas
  - A partir do Séc. XIX
    - Enigma
    - M-209 Converter
    - Lorenz
  - Algoritmos de substituição mais complexos

Cifras: evolução da tecnologia

- Informáticas / computacionais
  - Apareceram com os computadores
  - Algoritmos de substituição muito complexos
  - Algoritmos matemáticos

Cifras de transposição

- Os símbolos originais são baralhados
  - Mas mantêm-se iguais
- O algoritmo fornece uma forma base de fazer e desfazer a baralhada
  - A chave define a operação completamente
- Atualmente já não se usam

Cifras de substituição

- Substituição dos símbolos originais por outros
  - Dicionário de substituição

```
53‡‡†305))6*;4826)4‡.)4‡);806*
;48†8¶60))85;1‡(;:‡*8†83(88)5*
†;46(;88*96*?;8)*‡(;485);5*†2:
*‡(;4956*2(5*4)8¶8*;4069285);)
6†8)4‡‡;1(‡9;48081;8:8‡1;48†85
;4)485†528806*81(‡9;48;(88;4(‡
?34;48)4‡;161;:188;‡?;
```

```
Agoodglassinthebishopshostelin
thedevilsseatfiftyonedegreesan
dthirteenminutesnortheastandby
northmainbranchseventhlimbeast
sideshootfromthelefteyeofthede
athsheadabeelinefromthetreethr
oughtheshotfortyfeetout
```

Edgar Allan Poe, “The Gold Bug”

- O algoritmo e a chave definem o dicionário de substituição

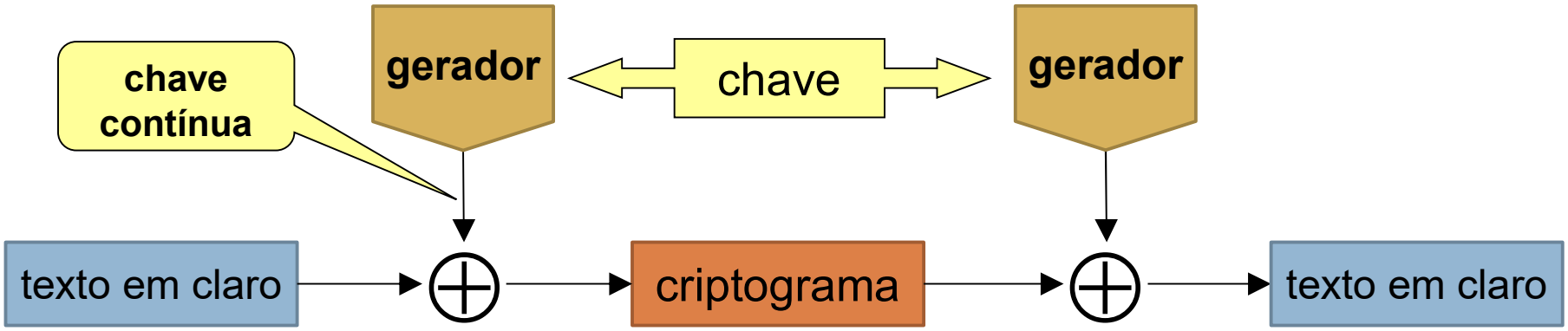
Cifras computacionais

- Algoritmos simétricas
  - Usam apenas uma chave para cifrar e decifrar
    - Aproximação clássica
- Algoritmos assimétricos
  - Usam pares de chaves para cifrar e decifrar
    - Uma aproximação introduzida na década de 1970
- Ambos fazem a substituição de bits
  - O símbolo base da informação em informática

Cifras simétricas

- Contínuas ou de fluxo (*stream*)
  - A informação é uma sequência de bits
    - 1 ou mais
    - A posição dos bits é determinante para a sua substituição
  - Normalmente usadas em comunicações rádio
- Por blocos
  - A informação é uma sequência de blocos de bits
    - 64 ou mais
    - A posição dos blocos não altera a sua substituição
  - Mais usadas em dados armazenados

Cifras contínuas (*stream ciphers*)



- Mistura de uma chave contínua (*keystream*) com os dados a transformar
  - Chave contínua é uma sequência pseudoaleatória
  - A sequência é produzida por um gerador
    - Parametrizado por uma chave
  - A mistura é feita (e desfeita) com a operação XOR

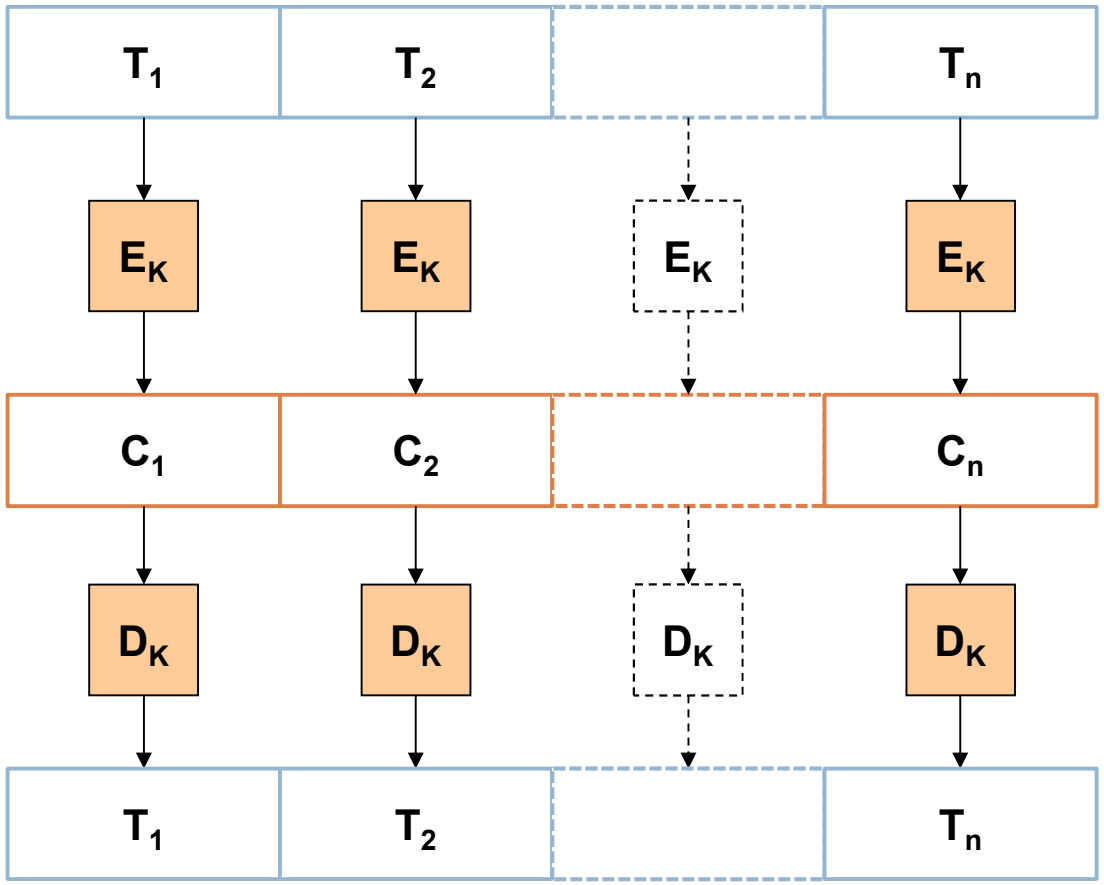
    $C = T \oplus ks$

    $T = C \oplus ks$

Cifras por blocos

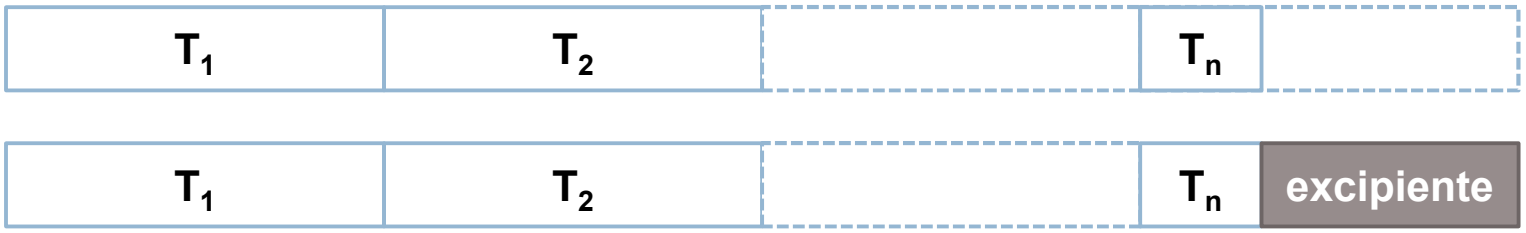
- Electronic Code Book (ECB)
  - É o modo mais simples de fazer cifra por blocos
  - O texto original é dividido em blocos contíguos de igual dimensão T_i
    - Dimensão imposta pelo algoritmo
  - A cifra de cada T_i cria um bloco de criptograma C_i
    - A sua sequência é o criptograma
  - Cada bloco é cifrado e decifrado independentemente

Cifras por blocos



Alinhamento (*padding*)

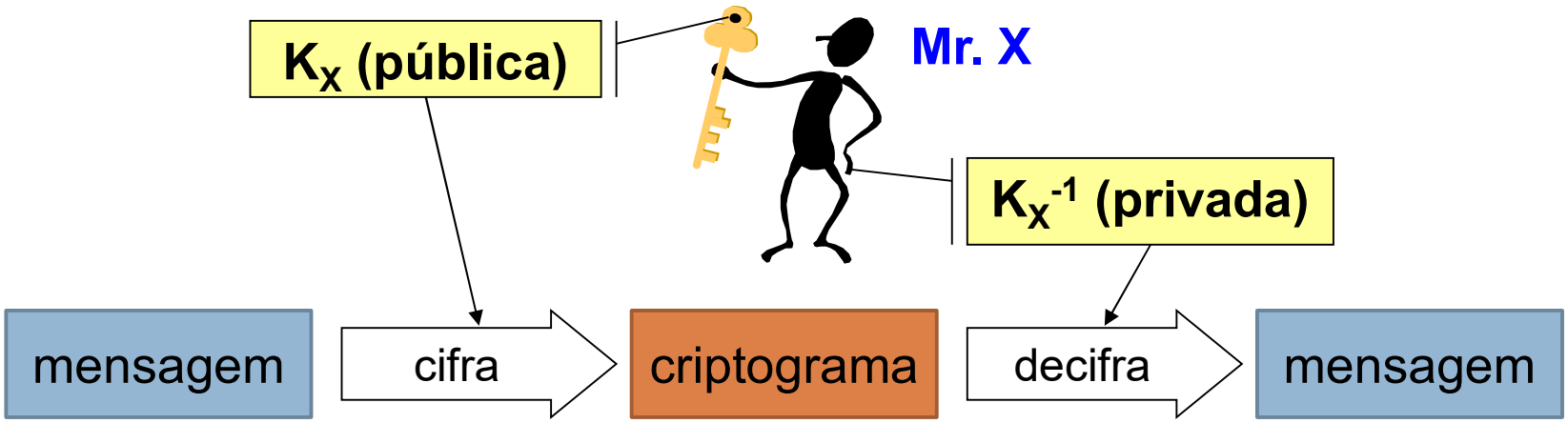
- O texto tem de ser alinhado
  - Não podem ser processados blocos incompletos
- Alinhamento com excipiente
  - Muitas maneiras de o fazer
  - É fundamental indicar a existência e comprimento do excipiente



Cifras assimétricas

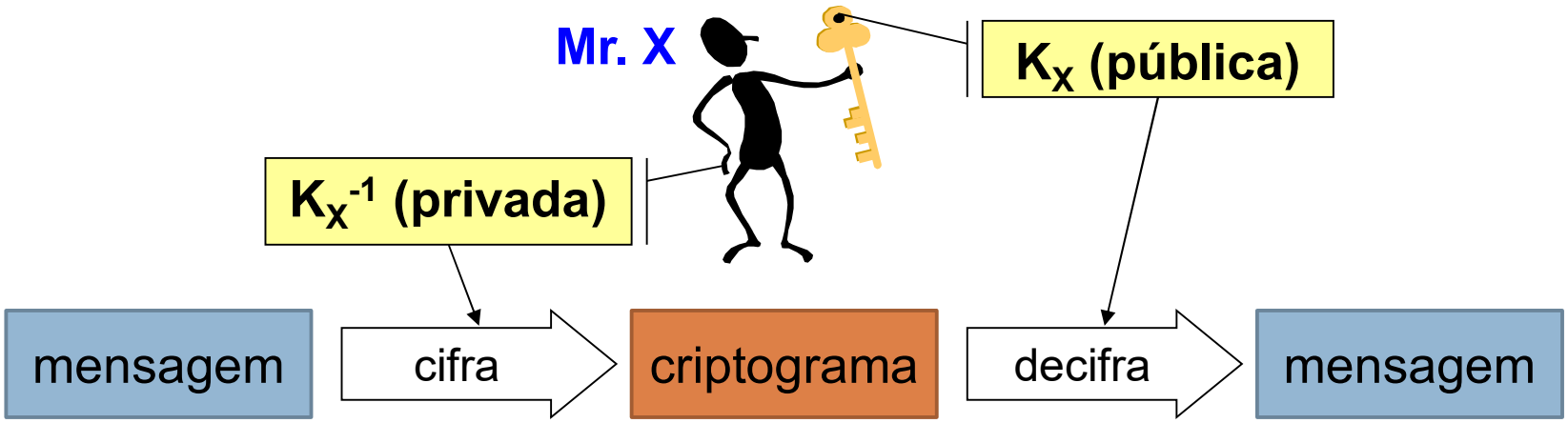
- Cifras que usam pares de chaves
  - Chave privada
  - Chave pública
  - Da pública não é possível inferir a privada
- Cifras de chave pública
- Cada chave faz o inverso da outra
  - Cifra com pública, decifra com privada
  - Cifra com privada, decifra com pública
- São cifras por blocos

Confidencialidade com cifras assimétricas



- Só se usa o par de chaves do recetor
  - Para enviar uma mensagem confidencial para X só é preciso conhecer a chave pública de X (K_X)
- Só X será capaz de decifrar o criptograma
  - Porque apenas X conhece a chave privada K_x^{-1}

Autenticação de conteúdos com cifras assimétricas



- Só se usa o par de chaves do emissor
  - Para validar a assinatura de X numa mensagem só é preciso conhecer a sua chave pública (K_X)
- Só X poderá ter produzido o criptograma
  - Porque apenas X conhece a chave privada K_x^{-1}

Funções de síntese (*digest*)

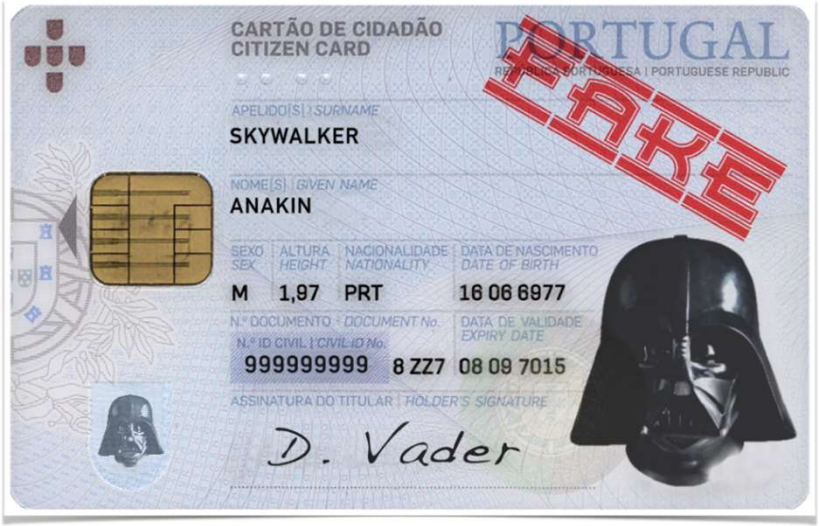
- Não são funções de cifra
  - Mas usam princípios criptográficos
- Produzem um valor de dimensão constante a partir de um volume arbitrário de bits
  - São funções de dispersão (*hashing*)
  - Mas têm propriedades especiais
- Utilidade
  - Detetar alterações em dados
  - Agilizar assinaturas digitais
  - Fazer transformações de dados unidirecionais

Tecnologia atual

- Cifras contínuas
  - RC4, A5
  - Geradores baseados em cifras por blocos
- Cifras por blocos
  - DES, IDEA, Blowfish
  - AES
- Cifras assimétricas
  - RSA, ElGamal
  - Curvas Elíticas
- Alinhamento
  - PKCS #7 (bytes)
  - RFC 1321 (bits)
- Funções de síntese
  - MD5 (a evitar)
  - SHA-1(a evitar)
  - SHA-256
  - SHA-512

Utilização: CC

- Chaves Assimétricas
- Chave privada gera assinaturas
  - Nunca sai do cartão
- Chave pública para distribuição
- Certificado emitido pelo Estado



Utilização: Distribuição de aplicações

- Gestor assina pacotes
  - Garante que não são alterados
- Clientes verificam assinaturas antes de instalarem

```
[user@cloud:~$ sudo apt-key list
/etc/apt/trusted.gpg
--------------------
pub   1024D/437D05B5 2004-09-12
uid                  Ubuntu Archive Automatic Signing Key <ftpmaster@ubuntu.com>
sub   2048g/79164387 2004-09-12

pub   1024D/FBB75451 2004-12-30
uid                  Ubuntu CD Image Automatic Signing Key <cdimage@ubuntu.com>
```

Utilização: Distribuição de aplicações

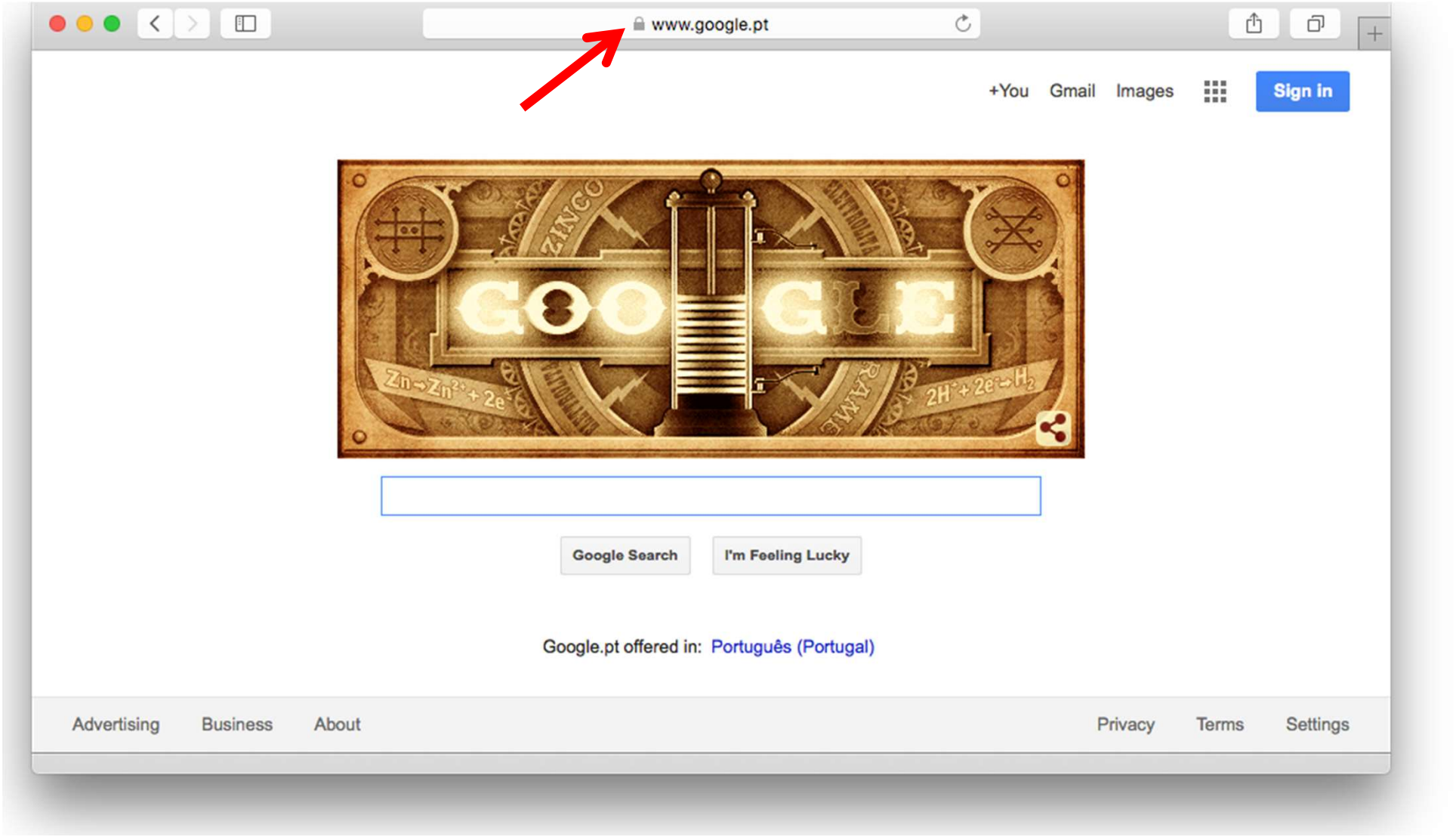

```
user@cloud:~$ apt-cache show python

Package: python
Source: python-defaults
Version: 2.7.8-3
Installed-Size: 680
Maintainer: Matthias Klose <doko@debian.org>
...

Description-md5: d1ea97f755d8153fe116080f2352859b
...

MD5sum: 209fc82bed11aeafd55bf4ac2b248232
SHA1: 171427cf618679073017acb28ad894a5cbb1ebd5
SHA256: 73a05a2747674b247a2ee2d3c0ff39e903d742daa7c3641f9c6ff121863865f1
```

Utilização: Navegação (HTTPS)



Utilização: outros

- Redes de Telemóvel
  - Cifrar chamadas, autenticar utilizadores
- Sistemas de pagamento
- Consolas de Jogos
  - proteção contra cópias
- Distribuição de TV
- Etc...

Para Aprofundar

- André Zúquete, Segurança em Redes Informáticas (5.ª Ed. Aumentada), FCA
- Applied Cryptography, Bruce Schneier, 1996, 2nd edition