

# Zifraketa simetrikoa

Mikel Egaña Aranguren

[mikel-egana-aranguren.github.io](https://mikel-egana-aranguren.github.io)

[mikel.egana@ehu.eus](mailto:mikel.egana@ehu.eus)



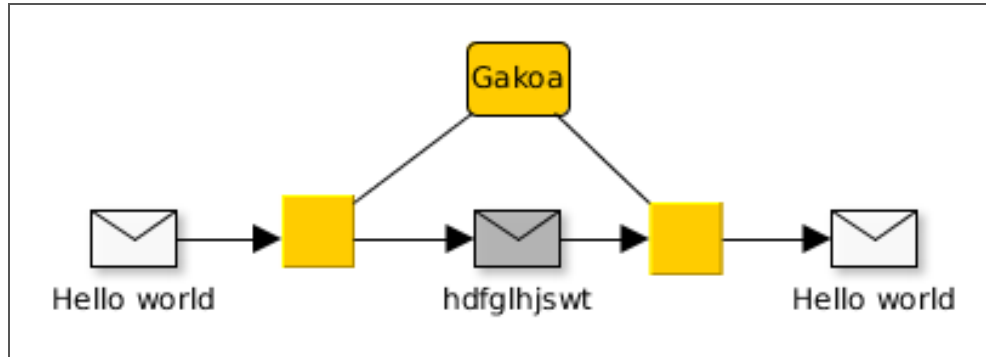
# Zifraketa simetrikoa

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4302267>

<https://github.com/mikel-egana-aranguren/EHU-ISSKS-31>



# Gako pribatuko kriptosistemak



# Gako pribatuko kriptosistemak

**Fluxu zifraketa:** Bit-fluxu jarraia zifratzea

**Bloke zifraketa:** Zatitu mezua tamaina bereko blokeetan eta aplikatu algoritmoa bakoitzari

# Gako pribatuko kriptosistemak: Helburuak

- Mezua ulertezin bihurtu
- Zifratutako informazioa berreskuratu
- Inplementazioa ahalik eta sinpleena

# Gako pribatuko kriptosistemak

Oinarrizko teknikak kriptografia klasikoan

- Transposizioa (jatorrizko hizkiak lekuz aldatzen dira soilik)
- Ordezkapena (jatorrizko hizkiak beste hizkiekin aldatzen dira)

# Kriptografiaren historia

- 1948 arte, Kriptografia aurre-zientifikoa
- 1948-an, Claude Shannon-ek Informazioaren Teoriaren eta Kriptografia modernoaren oinarriak ezartzen ditu
- 1976-an Diffie & Hellman-ek gako publikoko Kriptografia kontzeptua plazaratzen dute

# Esparta-ko Escitaloren metodoa

Paper tira bat makila batean kiribildu eta mezua idatzi

Papera askatu eta mezua bidali



# Esparta-ko Escitaloren metodoa



EE\_LSV\_TAVASE\_ONE\_ENAN\_ZOEU\_LL

# Esparta-ko Escitaloren metodoa

Mezua deszifratzeko makila berdin-berdina beharrezkoa da

Paper tira makilaren inguruan kiribildu eta mezua irakurri

Sistema honen gakoa makilaren diametroa da

# Escitaloren metodoa 2.0


Mezua zutabetan banatu

Gakoa: zutabe kopurua eta ordena

# Escitaloren metodoa 2.0

Clave 32154

1	2	3	4	5
E	L		P	E
R	R	O		D
E		S	A	N
	R	O	Q	U
E		N	O	T
I	E	N	E	
R	A	B	O	.



3	2	1	5	4
	L	E	E	P
O	R	R	D	
S		E	N	A
O	R		U	Q
N		E	T	O
N	E	I		E
B	A	R	.	O

\_OSONNBLR\_R\_EAERE\_EIR\_EDNUT\_.P\_AQOEO

# Escitaloren metodoa 2.0

## Kriptoanalisia

- Konbinatorian oinarritzen da
- Blokeen tamaina kalkulatu
- Blokeak orden ezberdinean konbinatu zentzua duen mezua aurkitu arte

# Cesar Metodoa

Zifraketa monoalfabetikoa

Julius Caesar-ek erabilia

Hikzki bakoitzak alfabetoan duen posizioari 3 gehitzean datza

# Cesar Metodoa

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

Los galos se resisten → Ñrv jdñrv vh uhvhwph

# Atbash metodoa (Ispilua)

Zifraketa monoalfabetikoa

Hebrear alfabetotik datorren teknika

Hizki bakoitza bere "aurkakoarekin" aldatu



# Atbash metodoa (Ispilua)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	Ñ	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A

Quedamos a las dos → Jfvwzñlh z ozh wlh

# Afin metodoa

Zifraketa monoalfabetikoa

Cesar Metodoaren orokortzea

$$E_{(a;b)}(M) = (aM + b) \bmod N$$

N alfabetoaren hizki zenbakia da

Cesar: afin  $E(1,3)$

# Hiztegi metodoa

Zifraketa monoalfabetikoa

Korrespondentzien taula "eskuz" sortu

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
K	V	D	M	J	L	E	A	N	T	F	Q	X	Z	B	P	Y	R	O	G	C	I	Ñ	S	H	W	U

Desordenado

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
M	U	R	C	I	E	L	A	G	O	B	D	F	H	J	K	N	Ñ	P	Q	S	T	V	W	X	Y	Z

En base a una palabra

# Polybius metodoa

Zifraketa monoalfabetikoa

Zenbakiak edo hizkiak



# Ordezkapen metodo monoalfabetikoak

Estatistikan oinarritutako metodoa

Al-Kindi-k 9 mendean sortua

Jatorrizko hizkia beti ordezkutzen da hizki berdina gatik

Hizkuntza bakoitzean badakigu hizki bakoitza zenbat agertzen den

Badakizkigu zeintzuk diren gehien agertzen diren  $2/3/4$  hizkiko hitzak  
hizkuntza bakoitzean

# Ordezkapen metodo monoalfabetikoak

Probak egin, ondorioztatu

Zifratutako textua zenbat eta luzeago, hobeto

Jatorrizko mezuaren textuaren hizkuntza jakin behar dugu

# Ordezkapen metodo monoalfabetikoak

Gaztelerazko hizkien portzentaiak

e - 16,78%	r - 4,94%	y - 1,54%	j - 0,30%
a - 11,96%	u - 4,80%	q - 1,53%	ñ - 0,29%
o - 8,69%	i - 4,15%	b - 0,92%	z - 0,15%
l - 8,37%	t - 3,31%	h - 0,89%	x - 0,06%
s - 7,88%	c - 2,92%	g - 0,73%	k - 0,00%
n - 7,01%	p - 2,776%	f - 0,52%	w - 0,00%
d - 6,87%	m - 2,12%	v - 0,39%	

Adibidea: frekuentzien analisisian oinarritutako deszifraketa

# Ordezkapen metodo monoalfabetikoak

Kriptoanalisia zailtzeko metodoak

- Hutsuneak kendu
- Jatorrizko textua aldatu, esanahia mantenduz (Adib. SMS, WhatsApp, ...)
- Esanahia duten piktogramak erabili (kodeen liburua)
- 1-1 korrespondentzia ekidin, hizki berdina behin baino gehiagotan erabiliz  
(Sistema Polialfabetikoak)



# Alberti-ren diskoa

Lehenengo sistema polialfabetikoa

Bi disko zentrokide, barrukoa mugikorra

Zifra ketan barrukoa mugitzen doa, X alfabeto (Korrespondentzia) ezberdin erabiltzen dugularik

Gakoa jatorrizko posizioa da, zenbat hizki pasa ondoren biratzen den diskoa, zenbat biratzen den diskoa, eta zein zentzutan

# Alberti-ren diskoa

The Alberti and Jefferson Code Disks



# Enigma makina

Historia osoko elementu kriptografiko ezagunena

Jatorrian gizartean erabiltzeko

Erabilera militararako eraldatua, batez ere Naziek

# Enigma makina

158,962,555,217,826,360,000 (Enigma Machine) - Numberp...



# Enigma makina

Marian Rejewski matematikari poloniarrek Enigma desenkriptatzeko oinarriak ezarri zituen:

- "Bonba" deituriko makina elektromekanikoak
- Nazi-ek 2 gurpil gehitu zioten Enigmari eta "Bonbak" ez ziren gai

# Enigma makina

[Alan Turing](#)-en taldea informazio horretatik abiatuz "bonba" berriak sortu zituen

Flaw in the Enigma Code - Numberphile



# Ordezkapen metodo polialfabetikoak

## Kriptoanalisia

- Metodo estatistikoak
- Gakoen tamaina txikitzeko patroiak, zati ezberdinen ordena, etab. bilatzen dira
- Sistema monoalfabetikotan baino textu zifratu gehiago behar da

# Fluxu zifraketa metodoak

Mezu osoa zifratu ordez, bit bakoitza zifratzen dute, banan-bana

Denbora errealeko komunikaziotan erabilia (Ezin da itxaron mezu osoa izan arte zifratzeko eta bidaltzeko)

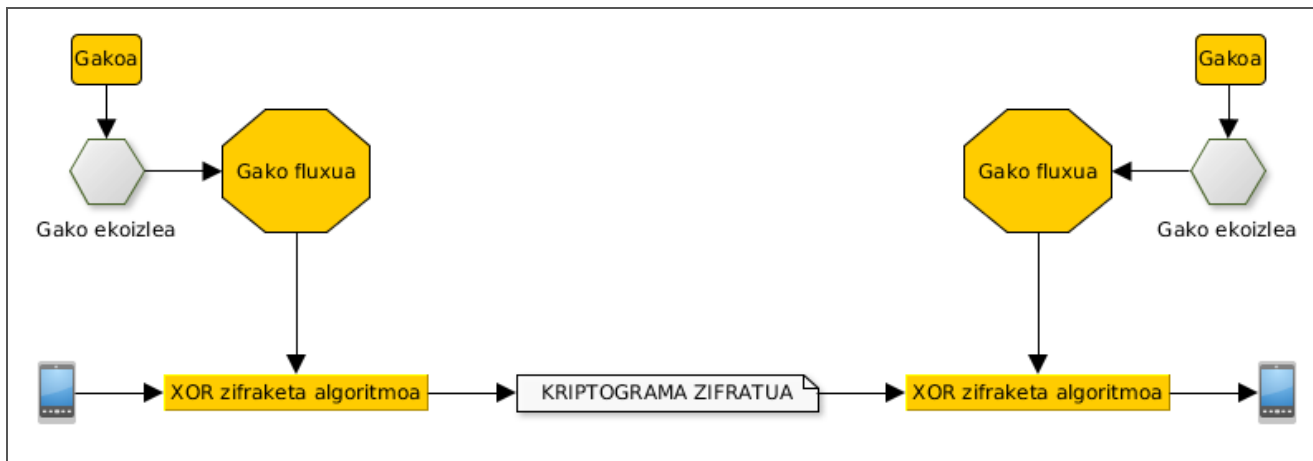


# Fluxu zifraketa metodoak

Gakotik abiatuta, ekoizle sasi-aleatorioa erabiltzen da gako-fluxua sortzeko

Kriptograma sortzeko XOR eragiketa egiten da zifratu behar den bit-a eta gako-fluxuaren artean

# Fluxu zifraketa metodoak



# Vernam metodoa

XOR zifraketa textua eta luzera berdineko ausazko gako baten artean egiten du

Ekoizlea benetan aleatorioa da

# Vernam metodoa

Gakoa (gako-fluxua) "erabilpen bakarreko libreta" da:

- Behin bakarrik erabili ahal da
- Mezu irakurleari aurretik bidali behar zaio
- Matematikoki frogatua dago apurtezina dela

Ez da oso erabilgarria

# Beste fluxu zifraketa metodoak

Vernam-en metodoan oinarrituak

Gako pseudo-aleatorioak erabiltzen dituzte, hazi batetik eta ekoizpen algoritmo batetik sortuak

Hazia eta ekoizpen algoritmoa jakinda, gako pseudo-aleatorioa bereraikitzea dago (Hazi posible ezberdinen kopuruaren arabera)

# Beste fluxu zifraketa metodoak

Ez dira matematikoki apurtezinak

Adibideak:

- RC4 (ARC4): TLS/SSL , WEP eta WPA-an (Apurtua)
- A5/1: GSM-an (A5/1 eta A5/2 apurtuak)

# Blokeka zifratzeko metodoak

Jatorrizko mezua tamaina berdinetko blokeetan zatitu:

- Blokeen tamaina oso txikia bada, fluxu zifraketa da
- Mezuaren tamaina ez bada blokeen multiploa, badaude algoritmoak gainerakoa betetzeko

# Blokeka zifratzeko metodoak

Jatorrizko mezua tamaina finkoko blokeetan banatzea:

- Tamaina nahikoa txikia bada, fluxu-zifratutzat har daiteke
- Mezuaren tamaina blokearen tamainaren multiploa ez denean betetzeko algoritmoak daude



# Blokeka zifratzeko metodoak

Jatorrizko bloke bakoitzak zifratutako bloke bat sortzen du

Blokeen arteko iterazioak, permutazioak eta beste operazioak gehitu daitezke

# Blokeka zifratzeko metodoak

- DES
- DES hirukoitza
- AES
- IDEA
- KASUMI

# DES (Data Encryption Standard)

- 1975
- Lehenengo estandarra
- 64 bit-eko blokeak
- 56 biteko gakoak (64 - 8 NSA-ak proposatuta berau apurtzen gai izateko -???)
- 16 itzuli
- Gaur egun 24 ordutan baino arinago apurtzea dago

# DES (Data Encryption Standard)



DES estructura básica

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DES-estructura-basica.png>

# DES (Data Encryption Standard)



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DES-function-f.png>

# DES (Data Encryption Standard)



DES generación de subclaves

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DES-key-schedule.png>

# DES hirukoitza

- DES-en ondorengoa izateko pentsatua, baina gaur egun oso gutxi erabilia
- Oraindik kreditu txarteletan erabiliak
- DES-en 3 exekuzio (Zifratu - deszifratu - zifratu)
- 64 bit-eko blokeak
- 168 bit-eko gakoak ( $3 \cdot 56$ ), benetazko gakoak 112 bit

# AES (Advanced Encryption Standard)

- Rijndael
- Estatu batuetan NIST erakundeak estandarizatua
- DES hirukoitza ordezkatu
- Erabilera oso hedatua
- 128 bit-eko blokeak
- 128, 192 edo 256 bit-eko gakoak
- 8 itzuli (128-ko gakoak) , 12 itzuli (192-ko gakoak), 14 itzuli (256-ko gakoak)



# IDEA (International Data Encryption Algorithm)

- 64 bit-eko blokeak
- 128 biteko gakoak
- 8 itzuli
- Segurutzat hartzen da (gako ahul batzuekin izan ezik)
- OpenPGP-ek eskaintzen du

# KASUMI (A5/3)

- 64 bit-eko blokeak
- 128 biteko gakoak
- 8 itzuli
- 3G sareetan erabilia

# Indarrezko erasoak

Beti aurkitzen dute soluzioa

Gako posible guztiak probatzean datza

Gako espazioa eta zifraketa algoritmoa ezagunak izan behar dira

Beti ez dira posible, denbora-kostua medio adibidez

# Indarrezko erasoak

Gako espazioa:

- 56 bit:  $2^{56}$  aukera
- 128 bit:  $2^{128}$  aukera
- 256 bit:  $2^{256}$  aukera

# Indarrezko erasoak

Super-ordenagailu batekin:

- 56 bit: 0,04 segundu
- 128 bit: 7.193.522.047 milurte
- 256 bit: ...

# Indarrezko erasoak

Erasoa inteligenteagoa egin ahal da:

- Hiztegia bat erabiliz
- Gakoaren jabearen datuekin
- ...

# Gako pribatuko kriptosistemak

Gako ahulak

- Algoritmo bakoitzaren ezaugarrien arabera agertu daitezke
- Jokaera desegokia duten gakoak
  - $E_K(M)=M$
  - $E_K(E_K(M))=M$
  - $D_{K2}(E_{K1}(M))=M$