

# Zifraketa asimetrikoa

Mikel Egaña Aranguren

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

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



# Zifraketa asimetrikoa

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

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



# Klabe publikoko kriptografia

70eko hamarkadaren hasieran, sistema kriptografiko asimetrikoak sortu ziren, gakoa sistema simetrikotik partekatzeko arazoari irtenbidea emateko

Gako asimetrikoko algoritmoak erabiltzen ditu: zifratzen duen gakoa ez da deszifratzen duena

# Klabe publikoko kriptografia

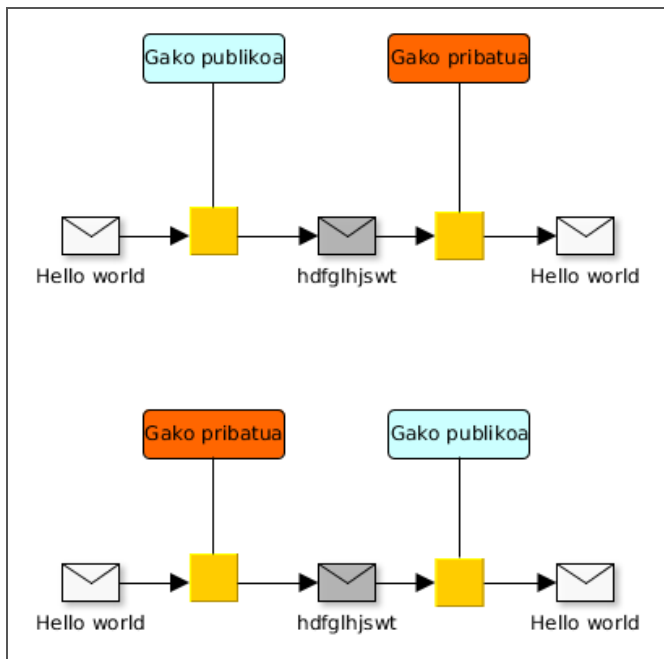
Erabiltzaile bakoitzak bi klabe:

- Gako publikoa, mundu osoak ezagutzen duena
- Erabiltzaileak soilik ezagutzen duen gako pribatua

Erlazio matematiko bat dago beraien artean

Gako batek zifratzen duena besteak deszifratzen du

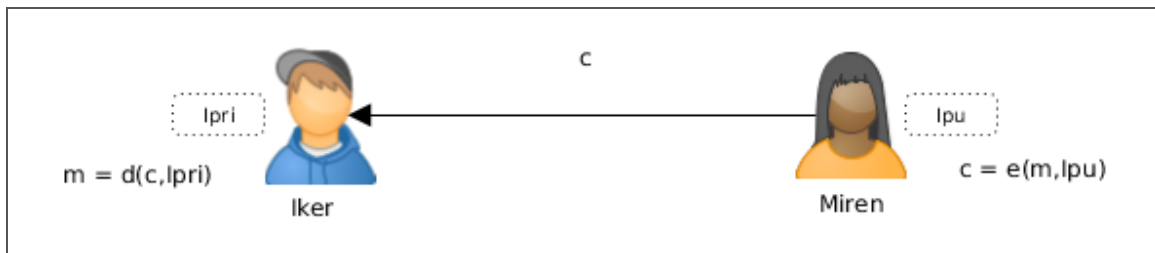
# Klabe publikoko kriptografia



# Klabe publikoko kriptografia

- Ikerrek bere gako pribatua du,  $I_{pri}$ , eta mundu guztiak bere gako publikoa du,  $I_{pu}$
- Mirenek bere mezua zifratzen du Ikerren gako publikoa erabiliz:  $c = e(m, I_{pu})$
- Mirenek  $c$  kriptograma Ikerreri bidaltzen dio
- Ikerrek  $c$  jasotzen du
- Ikerrek  $c$  deszifratzen du bere  $I$  gako pribatua erabiliz:  $m = d(c, I_{pri})$
- **Konfidentzialtasuna.** Ikerrek soilik deszifratu dezake mezua

# Klabe publikoko kriptografia



# Klabe publikoko kriptografia: Abantailak

- Jasotzaileak soilik irakur dezake mezua
- Gako bakarra gorde behar da
- Edozeinek erabili dezake gako publikoa mezu konfidentziala bidaltzeko  
Ikerreri
- Gako publikoa komunikatzeko ez dira beharrezkoak kanal seguruak



# Klabe publikoko kriptografia: Arazoak

- Gako pribatua sekretupean mantendu behar da
- Gako publikotik gako pribatua ondorioztatzea ia ezinezkoa izan beharko litzateke
- (Des)zifraketa sistema simetrikotan baino geldoagoa da

# Klabe publikoko kriptografia: Arazoak

- Mirenek segurtasun osoz jakin behar du lkerren gako publikoa erabiltzen dagoela
- Gako publikoak lortzea erraza izan behar du

# Klabe publikoko kriptografia

Erabiltzaile bakoitzak bere gako bikotea sortzen du (gako publikoa, gako pribatua) eta gako publikoa gakoaren zerbitzari batean argitaratzen du: Key Certification Authority edo Key Distribution Center (KDC)

# Klabe publikoko kriptografia: Arazo gehiago

- Nola daki Ikerrek mezua benetan Mirenena dela?
- Ikerrek erantzuten duenean, nola daki Mirenek benetan mezua Ikerrena dela?

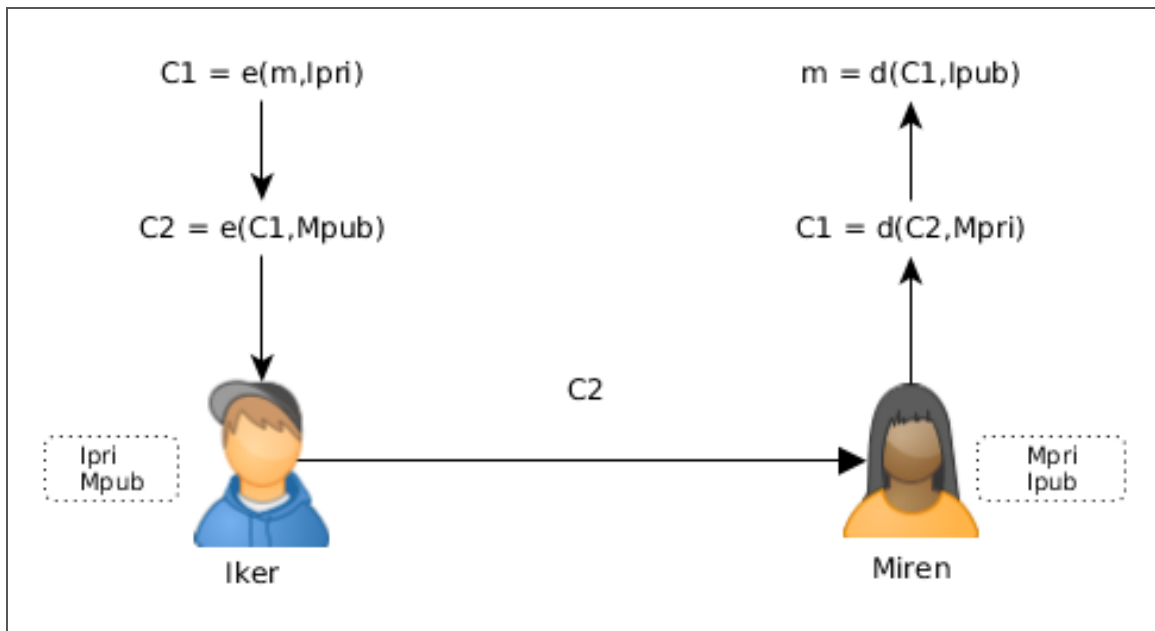
# Klabe publikoko kriptografia

- Ikerrek bere gako pribatuarekin zifratzen badu edonork deszifratu ahal du (Mundu osoak ezagutzen du  $I_{pu}$ )
- Soluzioa:
  - Ikerrek bere gako pribatuarekin zifratzen du mezua:  $C1 = e ( m, I_{pri} )$
  - Gero Mirenen gako publikoarekin berriro zifratzen du:  $C2 = e ( C1 , M_{pu} )$

# Klabe publikoko kriptografia

- Mirenek bakarrik deszifratu ahal du bere gako pribatuarekin:
  - **Konfidentzialtasuna:** Mirenek soilik deszifratu ahal du mezua:  $C1 = d (C2, M_{pri})$
  - **Kautotzea** eta **Zapuztezintasuna:** Ikerrek soilik bidali ahal izan du mezua:  $m = d (C1, I_{pu})$

# Klabe publikoko kriptografia



# Klabe publikoko kriptografia

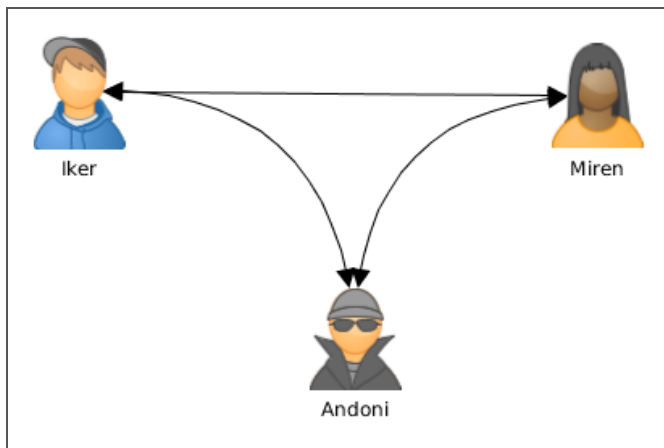
Zer gertatzen da baten bat komunikazio erdigunean jartzen bada

Man in the middle eraso:

- Bitartekari batek mezu guztiak jasotzen ditu partaideak jakin barik
- Partaideen komunikazio guztietan eskua sartu behar da



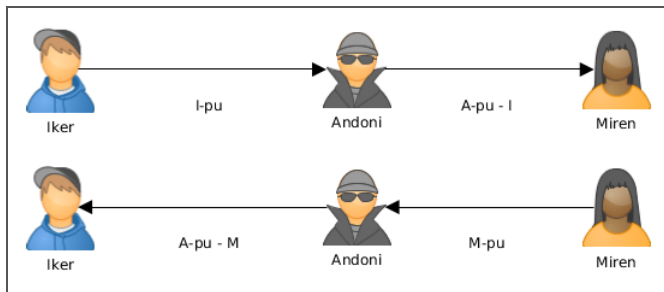
# Klabe publikoko kriptografia



# Klabe publikoko kriptografia

Ikerrek eta Mirenek komunikatzen hasi nahi dutenean, klabe publikoak trukatzeko dituzte

Andonik hartzen ditu eta bere klabearekin aldatzen ditu

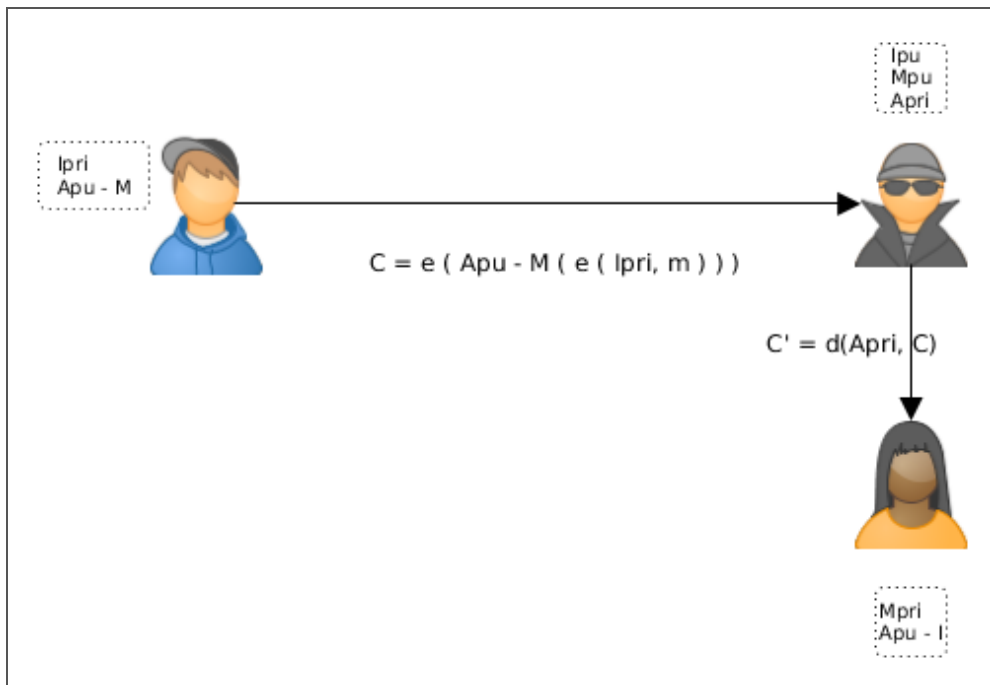


# Klabe publikoko kriptografia

Ikerrek eta Mirenek mezuak zifratzen dituzte USTEZKO bestearen klabe publikoarekin eta beraien klabe pribatuarekin

Andonik mezuak jasotzen ditu, irakurtzen ditu, aldatzen ditu, eta bere klabe pribatuarekin zifratzen ditu

# Klabe publikoko kriptografia



# Klabe publikoko kriptografia

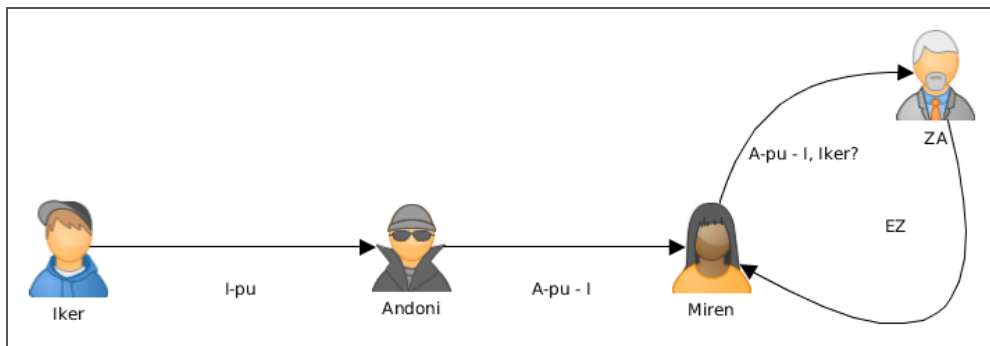
Ikerrek eta Mirenek modu seguruan komunikatzen ari direla uste dute

Andonik dena irakurtzen du eta nahi beste aldatzen

Ekiditeko:

- Klabeak kanal seguru bidez elkarbanatu
- Autoritate (erakunde) batek klabe publiko bat norbaiti dagokiola zertifikatzea: Zertifikazio Autoritatea (CA)

# Klabe publikoko kriptografia



# Zifratu hibridoa

Gako pribatuko sistemak gako publikokoak baino askoz azkarragoak dira

Askotan konbinazio bat erabiltzen da: gako publikoko sistema  $S$  gako sekretu bat elkarbanatzeko erabiltzen da, behin soilik erabiliko dena

Gako pribatuko sistemak  $S$  erabiltzen du mezua zifratzeko

# Zifratu hibridoa

Mirenek  $S$  gako sekretua sortzen du, eta bere mezua zifratzeko erabiltzen du:

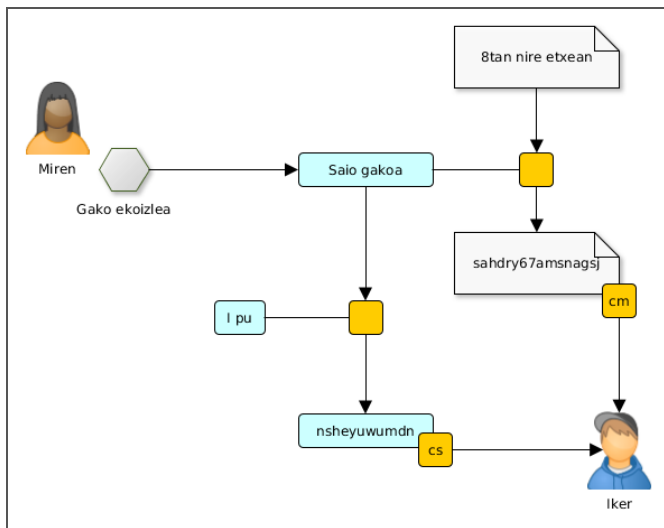
$$cm = e1(m, S)$$

Mirenek  $S$  zifratzen du lkerren gako publikoarekin:  $cs = e2(S, I_{pu})$

Mirenek  $[cm, cs]$  bidaltzen dio Ikerreri



# Zifratu hibridoa



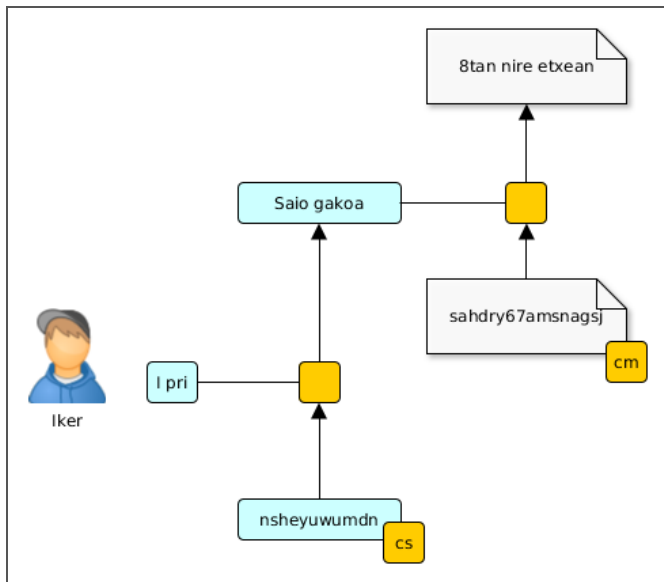
# Zifratu hibridoa

Ikerrek [ cm , cs ] jasotzen du

Ikerrek S deszifratzen du bere gako pribatua erabiliz,  $I_{pri}: d2 ( cs , I_{pri} ) = S$

Ikerrek S erabiliz m deszifratzen du:  $d1 ( cm , S ) = m$

# Zifratu hibridoa



# Gako publikoko algoritmoak

Diffie-Hellman

RSA

ElGamal

DSA

Kurba eliptikoak

# Diffie-Hellman

- 1976 - gako publikoko lehenengo sistema
- Ez da zifratzeko erabiltzen
- Gako publikoak erabiliz, gako pribatu partekatu bat ezartzen du, gero gako simetriko gisa erabil daitekeena
- Logaritmo diskretuen arazoan oinarritua

# Diffie-Hellman

**Alice...**



1. Choose private key;  $X_A = 2$
2. Compute public key;  $Y_A = 3^2 \bmod 7 = 2$
3. Exchange public key with Bob
4.  $K_A = Y_B^{X_A} \bmod N = 6^2 \bmod 7 = 1$

**Bob...**



1. Choose private key;  $X_B = 3$
2. Compute public key;  $Y_B = 3^3 \bmod 7 = 6$
3. Exchange public key with Alice
4.  $K_B = Y_A^{X_B} \bmod N = 2^3 \bmod 7 = 1$

# RSA

1977 - Rivest–Shamir–Adleman

Diffie-Hellman ez bezala, zifratzeko, deszifratzeko eta sinatzeko balio du, baina moteltasuna dela eta, batez ere sistema hibridoetan erabiltzen da

RSA security: Verisign (SSL, ...)

Zenbaki primoen biderketaren faktORIZAZIOAN du oinarria

# RSA

Encryption and HUGE numbers - Numberphile





# ElGamal

- 1984 - Taher Elgamal
- Diffie-Hellman-en oinarritua baina zifratzeko, deszifratzeko eta sinatzeko ere erabili daiteke

# DSA

1991 - Digital Signature Algorithm

Estatu Batuetako estandarra sinatzeko ([FIPS 186-4](#))

Sinatzeko bakarrik

# Kurba eliptikoa

1985

RSA-ren segurtasuna maila bera, baina gako laburragoak

Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH)

Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)

# Kurba eliptikoa

Elliptic Curve Cryptography & Diffie-Hellman



# Gako publikoko algoritmoak: erabilerak

- NAN elektronikoa
- PGP
- SSH
- SSL / TLS

# NAN elektronikoa

- RSA
- SHA-256

# PGP

- RSA / DSA
- IDEA / TripleDES

# SSH

- RSA / DSA



# SSL / TLS

- RSA / DSA / Diffie-Hellman
- IDEA / DES / TripleDES / AES