4η Εργασία στις σύγχρονες εφαρμογές ασφάλειας δικτύων

Όνομα: Γεώργιος

Επώνυμο: Βέργος

Αριθμός μητρώου: 1072604

Εξάμηνο: 7ο (4ο έτος)

Τμήμα: ΤΜΗΥΠ(CEID)

Ημερομηνία: 16/12/2022

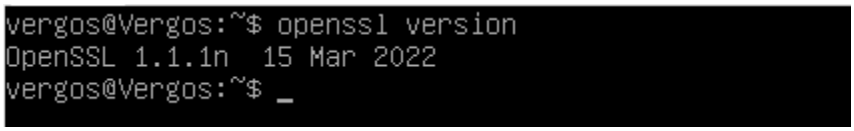
Μέρος Α

1)

Με την εντολή: sudo apt install openssl εγκαθιστώ το πακέτο openssl:

```
vergos@Vergos:~$ sudo apt install openssl
[sudo] password for vergos:
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  libcurl3-gnutls procmail python3-chardet python3-debian python3-idna python3-pkg-resources
  python3-pycurl python3-six python3-urllib3 sensible-mda
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
Suggested packages:
  ca-certificates
The following NEW packages will be installed:
  openssl
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 1 not upgraded.
Need to get 853 kB of archives.
After this operation, 1,501 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://deb.debian.org/debian bullseye/main amd64 openssl amd64 1.1.1n-0+deb11u3 [853 kB]
Fetched 853 kB in 1s (1,619 kB/s)
Selecting previously unselected package openssl.
(Reading database ... 34860 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../openssl_1.1.1n-0+deb11u3_amd64.deb ...
Unpacking openssl (1.1.1n-0+deb11u3) ...
Setting up openssl (1.1.1n-0+deb11u3) ...
Processing triggers for man-db (2.9.4-2) ...
vergos@Vergos:~$
```

Με την εντολή : openssl version ελέγχω την εγκατεστημένη έκδοση του openssl.



2)

Με την εντολή openssl ciphers βλέπω όλους του κώδικες κρυπτογράφησης του openssl:

Με την εντολή openssl ciphers -s (η δεύτερη στην παραπάνω εικόνα) μόνο αυτούς που υποστηρίζονται.

3)

Με την εντολή openssl ciphers -tls1_3 βλέπω όλους τους κώδικες που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο tls1.3

```
vergos@Vergos:~$ openssl ciphers -tls1_3
TLS_AES_256_GCM_SHA384:TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256:TLS_AES_128_GCM_SHA256:ECDHE-ECDSA-AES256-GCM-SH
A384:ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384:DHE-RSA-AES256-GCM-SHA384:ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305:ECDHE-RSA-C
HACHA20-POLY1305:DHE-RSA-CHACHA20-POLY1305:ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256:ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256
:DHE-RSA-AES128-GCM-SHA256:ECDHE-ECDSA-AES256-SHA384:ECDHE-RSA-AES256-SHA384:DHE-RSA-AES256-SHA256:E
CDHE-ECDSA-AES128-SHA256:ECDHE-RSA-AES128-SHA256:DHE-RSA-AES128-SHA256:ECDHE-ECDSA-AES256-SHA:ECDHE-
RSA-AES256-SHA:DHE-RSA-AES256-SHA:ECDHE-ECDSA-AES128-SHA:ECDHE-RSA-AES128-SHA:DHE-RSA-AES128-SHA:RSA
-PSK-AES256-GCM-SHA384:DHE-PSK-AES256-GCM-SHA384:RSA-PSK-CHACHA20-POLY1305:DHE-PSK-CHACHA20-POLY1305
:ECDHE-PSK-CHACHA20-POLY1305:AES256-GCM-SHA384:PSK-AES256-GCM-SHA384:PSK-CHACHA20-POLY1305:RSA-PSK-A
ES128-GCM-SHA256:DHE-PSK-AES128-GCM-SHA256:AES128-GCM-SHA256:PSK-AES128-GCM-SHA256:AES256-SHA256:AES
128-SHA256:ECDHE-PSK-AES256-CBC-SHA384:ECDHE-PSK-AES256-CBC-SHA:SRP-RSA-AES-256-CBC-SHA:SRP-AES-256-
CBC-SHA:RSA-PSK-AES256-CBC-SHA384:DHE-PSK-AES256-CBC-SHA384:RSA-PSK-AES256-CBC-SHA:DHE-PSK-AES256-CB
C-SHA:AES256-SHA:PSK-AES256-CBC-SHA384:PSK-AES256-CBC-SHA:ECDHE-PSK-AES128-CBC-SHA256:ECDHE-PSK-AES1
28-CBC-SHA:SRP-RSA-AES-128-CBC-SHA:SRP-AES-128-CBC-SHA:RSA-PSK-AES128-CBC-SHA256:DHE-PSK-AES128-CBC-
SHA256:RSA-PSK-AES128-CBC-SHA:DHE-PSK-AES128-CBC-SHA:AES128-SHA:PSK-AES128-CBC-SHA256:PSK-AES128-CBC
-SHA
vergos@Vergos:~$ openssl ciphers -s  -tls1_3
TLS_AES_256_GCM_SHA384:TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256:TLS_AES_128_GCM_SHA256
vergos@Vergos:~$ _
```

Με την εντολή openssl ciphers -s -tls1_3 προβάλλω από τους προηγούμενους μόνο αυτούς που υποστηρίζονται.

Για τον κώδικα TLS_AES_256_GCM_SHA384:

Recommended Cipher Suite

IANA name:
TLS_AES_256_GCM_SHA384

OpenSSL name:
TLS_AES_256_GCM_SHA384

Hex code:
0x13, 0x02

TLS Version(s):
TLS1.3

Protocol:
Transport Layer Security (TLS)

Key Exchange:
-

Authentication:
-

Encryption:
AEAD Advanced Encryption Standard with 256bit key in Galois/Counter mode (AES 256 GCM)

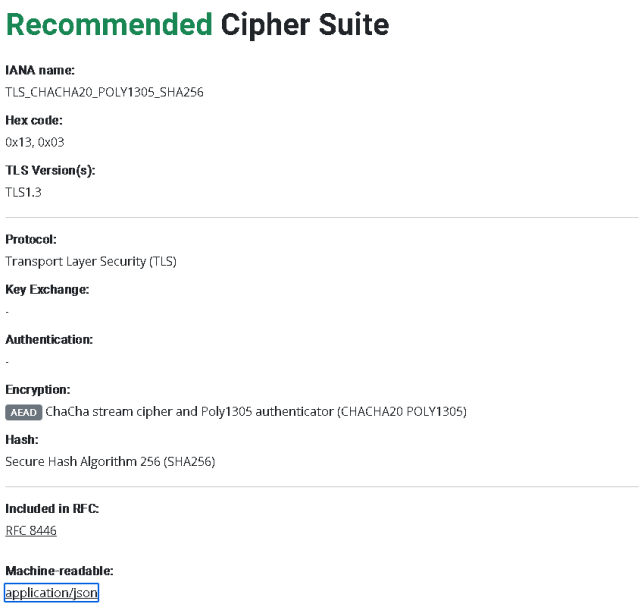
Hash:
Secure Hash Algorithm 384 (SHA384)

Με αλγόριθμο κρυπτογράφησης Advanced Encryption Standard (AES) με μήκος κλειδιού 256 bits με mode λειτουργίας GCM(Galois Counter mode).

Ο αλγόριθμος κατακερματισμού είναι ο SHA-384.

Προφανώς χρησιμοποιείται η έκδοση 1.3 του TLS.

Για τον κώδικα TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256:

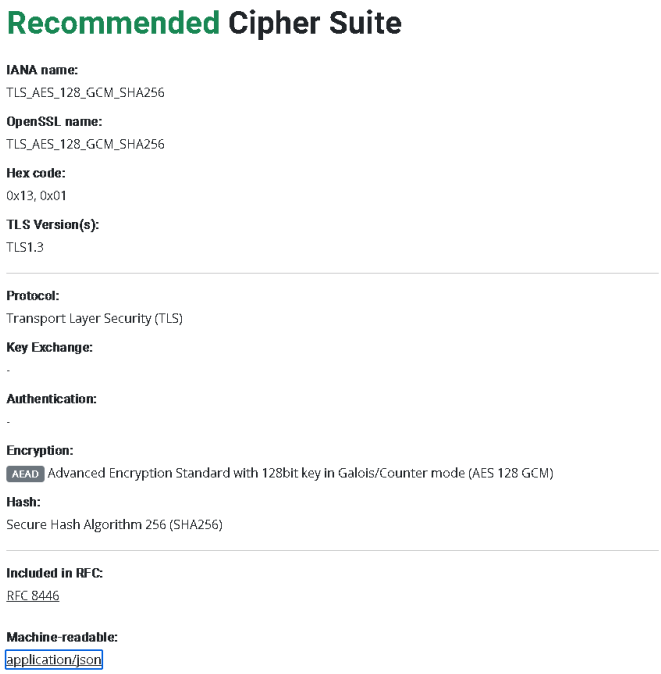


Με αλγόριθμο κρυπτογράφησης ChaCha20 POLY1305 με μέγεθος κλειδιού 128 bits.

Ο αλγόριθμος κατακερματισμού είναι ο SHA256.

Προφανώς χρησιμοποιείται η έκδοση 1.3 του TLS.

Για τον κώδικα TLS_AES_128_GCM_SHA256:



Με αλγόριθμο κρυπτογράφησης Advanced Encryption Standard (AES) με μήκος κλειδιού 128 bits με mode λειτουργίας GCM(Galois Counter mode).

Ο αλγόριθμος κατακερματισμού είναι ο SHA256.

Προφανώς χρησιμοποιείται η έκδοση 1.3 του TLS.

Από αυτούς τους 3 όλοι τους δεν είναι ευπαθείς αλλά ασφαλείς και προτεινόμενοι.

4)

Εφαρμόζοντας τα σωστά φίλτρα βλέπω ποιοι κώδικες είναι

Recommended-Secure του **openssl** που υποστηρίζουν tls1.2 είναι οι εξής:

Και:

Ενώ με library φίλτρο all:

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CCM

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_ECDHE_PSK_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_AES_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CAMELLIA_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_ARIA_128_GCM_SHA256

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CCM_8

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_CAMELLIA_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CAMELLIA_256_GCM_SHA384

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384

Secure TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_256_CCM

Secure TLS_ECDHE_RSA_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Και:

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CCM

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_CAMELLIA_256_GCM_SHA384

Secure TLS_ECDHE_RSA_WITH_ARIA_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256

Secure TLS_PSK_DHE_WITH_AES_128_CCM_8

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Secure TLS_DHE_PSK_WITH_AES_256_CCM

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Secure TLS_ECDHE_RSA_WITH_CAMELLIA_256_GCM_SHA384

Secure TLS_DHE_RSA_WITH_ARIA_128_GCM_SHA256

Secure TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_CCM_8

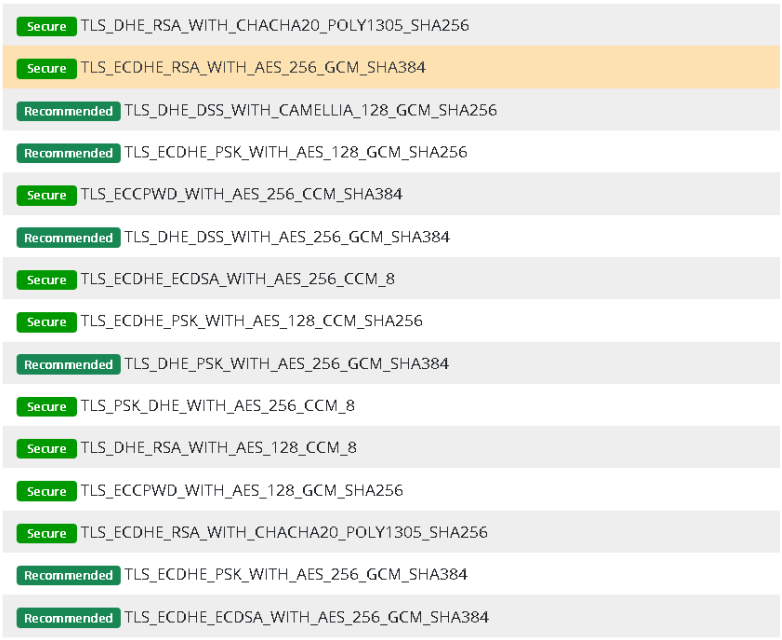
Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_AES_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_CAMELLIA_128_GCM_SHA256

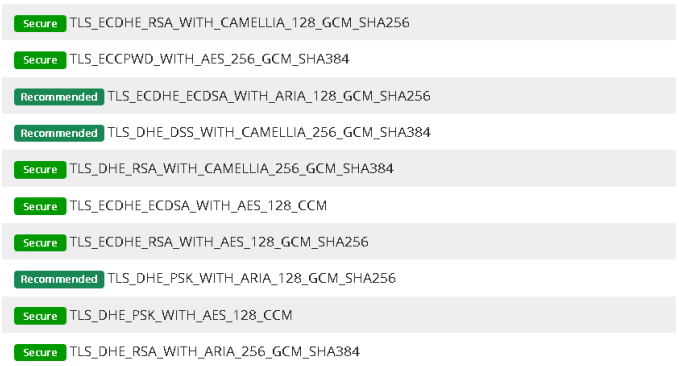
Secure TLS_ECCPWD_WITH_AES_128_CCM_SHA256

Secure TLS_ECDHE_PSK_WITH_AES_128_CCM_8_SHA256

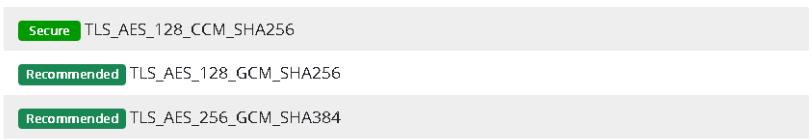
Και:



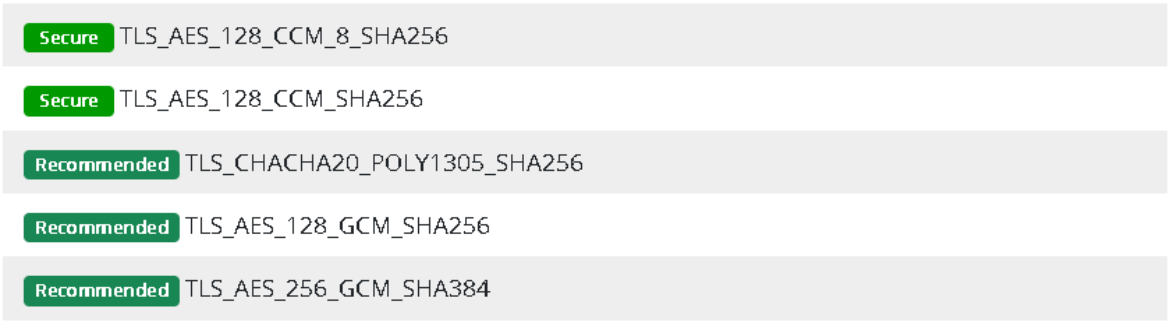
Και:



Ενώ οι Recommended-Secure κώδικες του **openssl** που υποστηρίζουν tls1.3 είναι οι εξής:



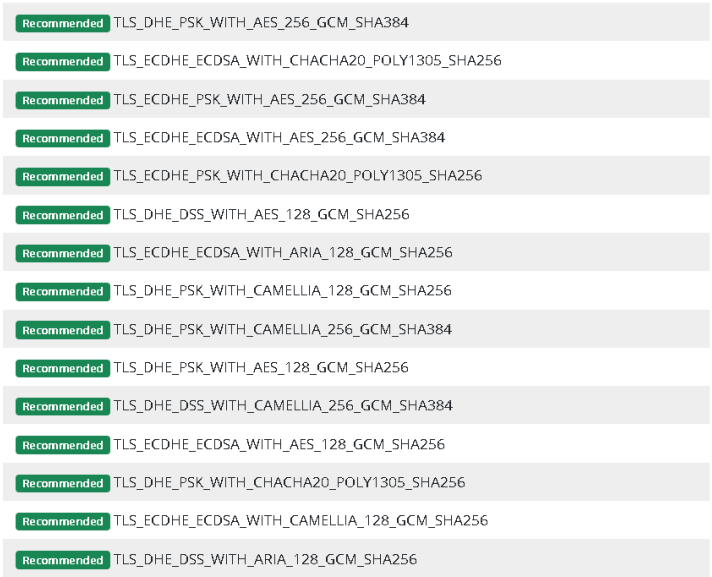
Ενώ οι Recommended-Secure κώδικες με φίλτρο library: all που υποστηρίζουν tls1.3 είναι οι εξής:



Και στις δύο περιπτώσεις οι πιο ισχυροί είναι οι προτεινόμενοι (Recommended) οπότε όλοι οι παραπάνω εκτός αυτών με τη σήμανση Secure.

Δηλαδή:

Κώδικες με φίλτρο library: all



Και:

Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_CAMELLIA_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_ECDHE_PSK_WITH_AES_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_ARIA_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Recommended TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CAMELLIA_256_GCM_SHA384

Recommended TLS_DHE_DSS_WITH_AES_256_GCM_SHA384

Recommended TLS_DHE_PSK_WITH_ARIA_256_GCM_SHA384

Κώδικες με φίλτρο library: openssl

Recommended DHE-PSK-AES256-GCM-SHA384

Recommended ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305

Recommended ECDHE-ECDSA-AES256-GCM-SHA384

Recommended ECDHE-PSK-CHACHA20-POLY1305

Recommended DHE-DSS-AES128-GCM-SHA256

Recommended DHE-PSK-AES128-GCM-SHA256

Recommended ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256

Recommended DHE-PSK-CHACHA20-POLY1305

Recommended DHE-DSS-AES256-GCM-SHA384

Για tls1.2

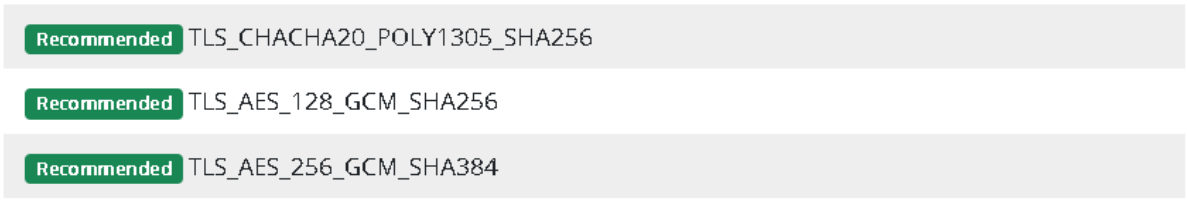
Και:

Κώδικες με φίλτρο library: openssl

Recommended TLS_AES_128_GCM_SHA256

Recommended TLS_AES_256_GCM_SHA384

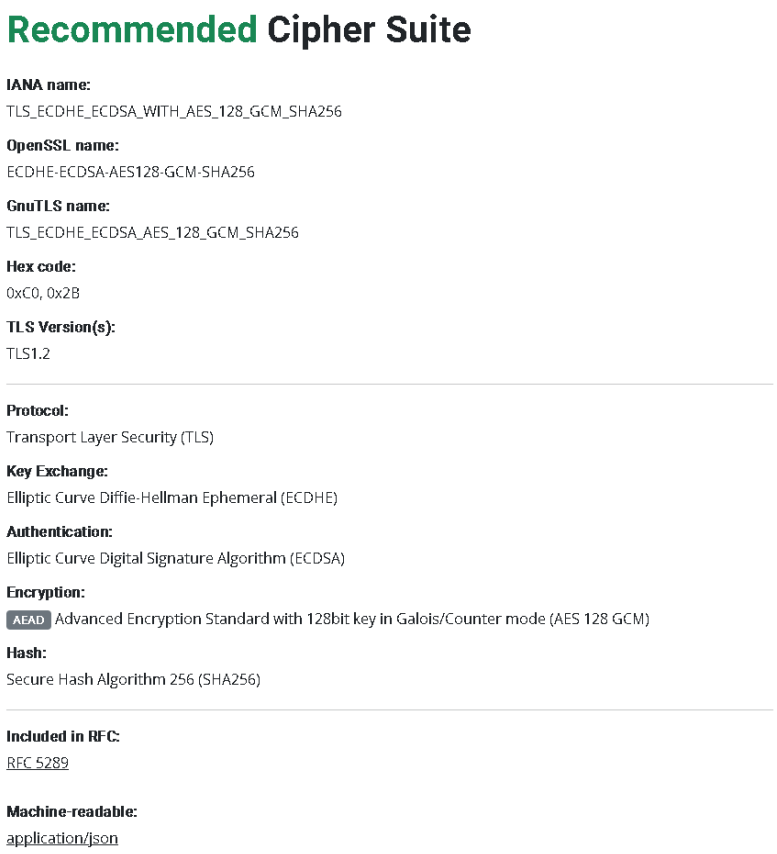
Κώδικες με φίλτρο library: all



για tls1.3

5)

Για τον κώδικα με όνομα : ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256 στο openssl έχουμε τις παρακάτω πληροφορίες:



Για τον τρόπο ανταλλαγής κλειδιών χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο Elliptic-curve Diffie–Hellman Ephemeral (ECDHE).

Το Elliptic-curve Diffie–Hellman είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής κλειδιών που επιτρέπει σε δύο μεριές με καθεμία να διαθέτει ένα

ζεύγος δημοσίου και ιδιωτικού κλειδιού για να εγκαταστήσουν ένα κοινό μυστικό σε ένα μη ασφαλές κανάλι επικοινωνίας. Αυτό το μυστικό μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως κλειδί είτε ώς μέσο για την παραγωγή άλλου κλειδιού. Τα κλειδιά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κρυπτογραφήσουν την επικοινωνία στο προαναφερθέν μη ασφαλές κανάλι. Τα δημόσια κλειδιά είναι είτε στατικά είτε εφήμερα (εξ'ού και το ECDH**E**) με τα εφήμερα κλειδιά να είναι προσωρινά και να μην ταυτοποιούνται.

Για την ταυτοποιήση χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Elliptic Curve Digital Signature (ECDSA).

Ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης των δεδομένων είναι ο AES(Advanced Encryption Standard) με μέγεθος κλειδιού 128 bit.

Υποστηρίζει την έκδοση του TLS 1.2 και τέλος ο αλγόριθμος κατακερματισμού είναι ο SHA256.

6)

Για την κρυπτογράφηση:

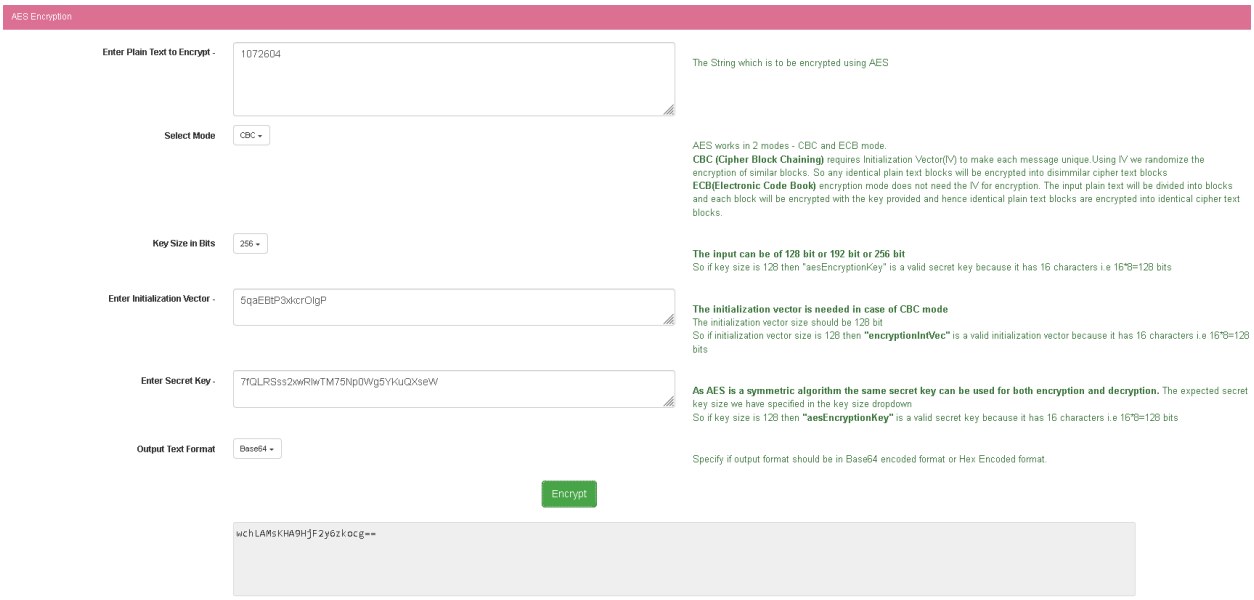
Δημιουργώ μέσω του pwgen με όρισμα -s (από το secure) ένα τυχαίο μυστικό κλειδί (32 χαρακτήρων):

```
vergos@DESKTOP-711LR13:~$ pwgen -s 32 1
7fQLRSss2xwRIwTM75Np0Wg5YKuQXseW
vergos@DESKTOP-711LR13:~$
```

Ακόμη δημιουργώ μέσω του pwgen με όρισμα -s (από το secure) τυχαίο initialization vector (16 χαρακτήρων εφόσον το μέγεθος του κλειδιού είναι 256 bit και η επιλεγμένη λειτουργία είναι CBC) . Η κωδικοποιήση είναι base64.

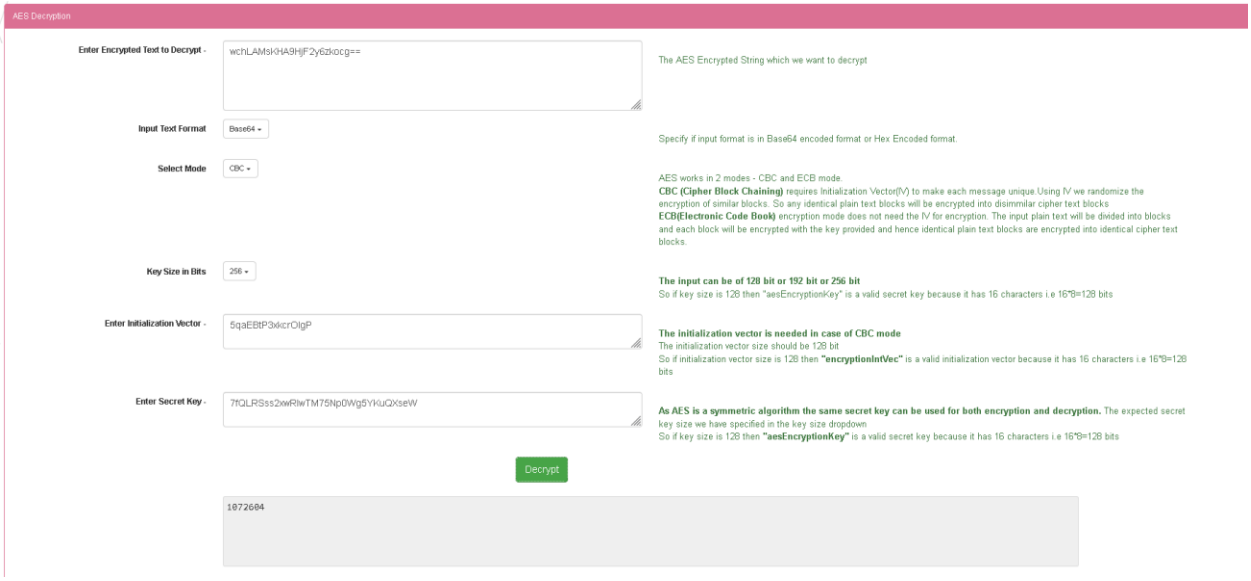
```
vergos@DESKTOP-711LR13:~$ pwgen -s 16 1
5qaEBtP3xkcrOlgP
vergos@DESKTOP-711LR13:~$
```

Όλη η διαδικασία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

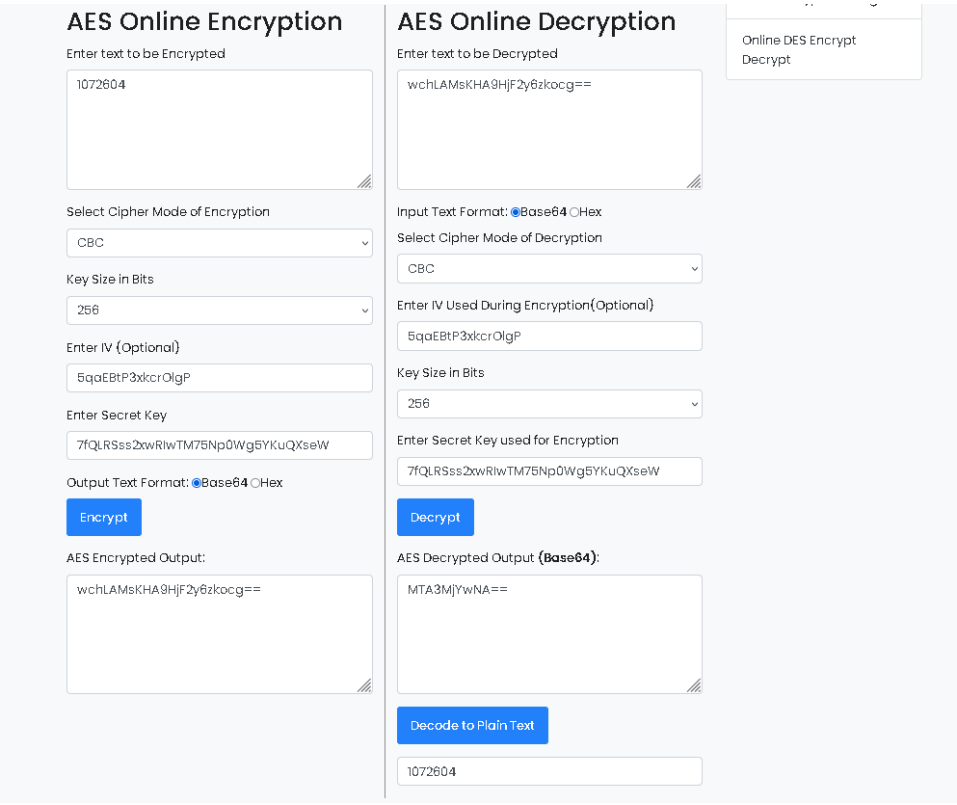


Για την αποκρυπτογράφηση:

Χρησιμοποιώ το ίδιο κλειδί(συμμετρική κρυπτογραφία του AES) και ίδιο initialization vector και στο πρώτο πεδίο βάζω τον κρυπτογραφημένο αριθμό μητρώου μου. Το μέγεθος του κλειδιού προφανώς είναι το ίδιο 256 bit και η λειτουργία CBC . Η κωδικοποιήση όπως και πάνω είναι base64.



Επαληθεύοντας και από την άλλη ιστοσελίδα έχουμε:

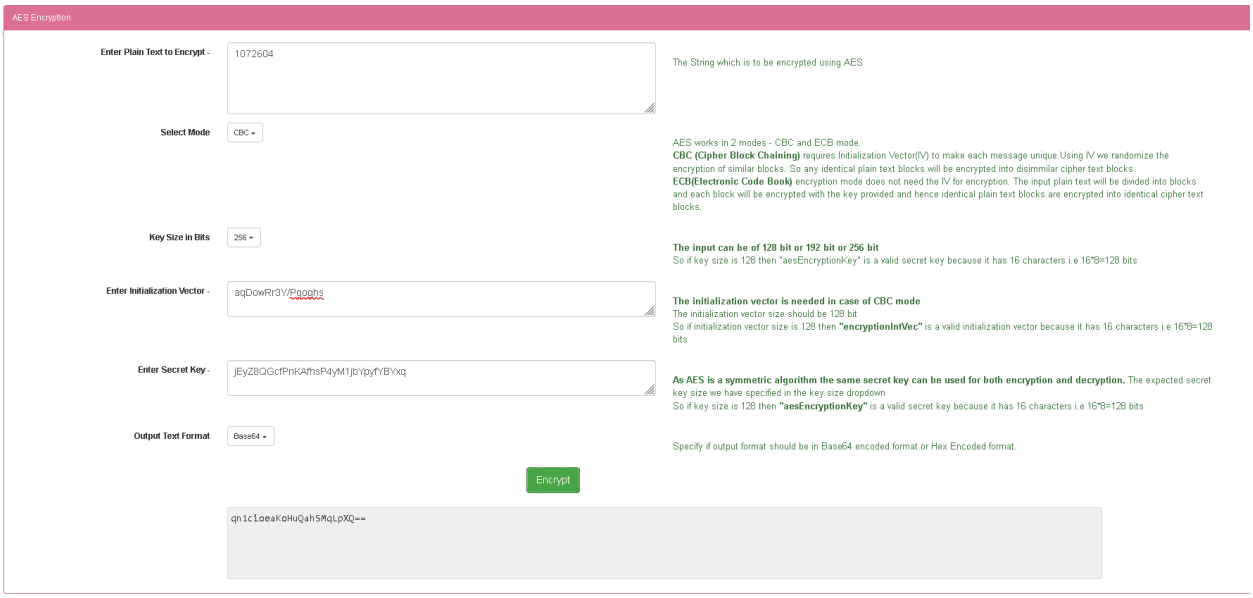


Δεύτερη έκδοση: Υλοποιήση με τη χρήση του rand του openssl

Δημιουργώ το secret key 32 χαρακτήρων και το initialization vector των 16 χαρακτήρων:

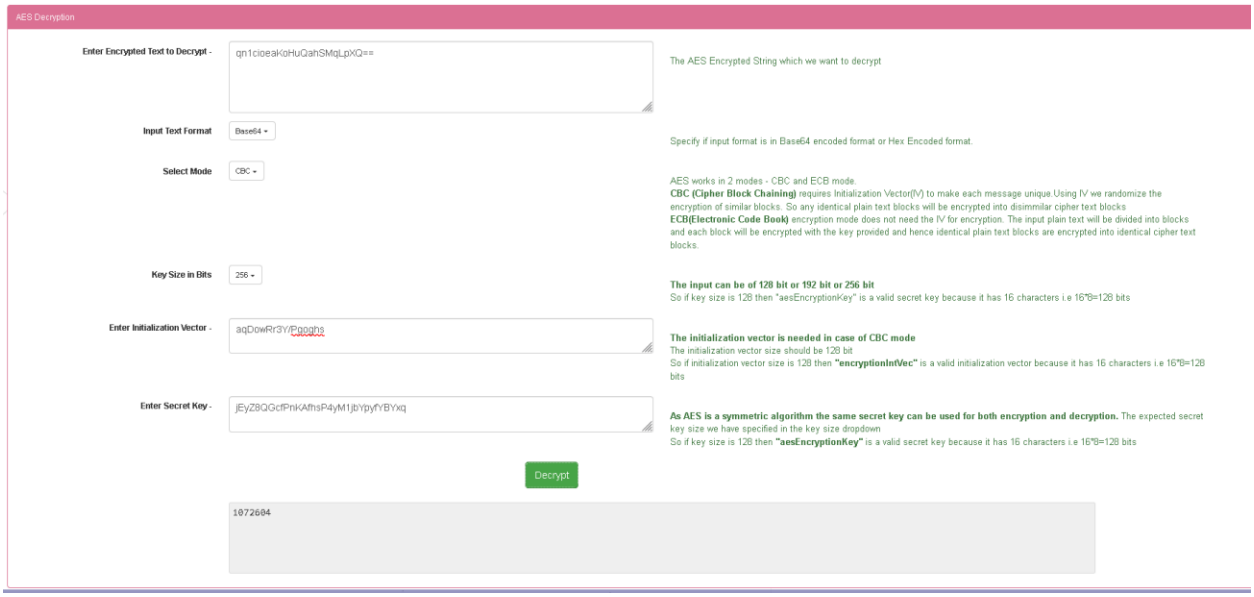
```
bonis@DESKTOP-711LR13:~$ openssl rand -base64 24
jEyZ8QGcfPnKAfhsP4yM1jbYpyfYBYxq
bonis@DESKTOP-711LR13:~$ openssl rand -base64 12
aqDowRr3Y/Pgoghs
bonis@DESKTOP-711LR13:~$
```

Για την κρυπτογράφηση έχω:

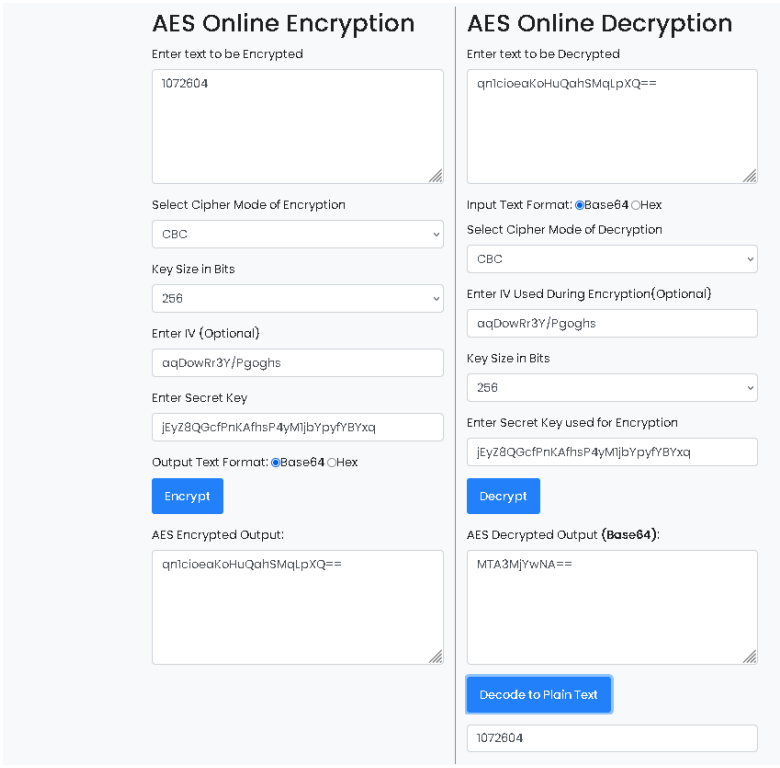


Για την αποκρυπτογράφηση:

Χρησιμοποιώ το ίδιο κλειδί(συμμετρική κρυπτογραφία του AES) και ίδιο initialization vector και στο πρώτο πεδίο βάζω τον κρυπτογραφημένο αριθμό μητρώου μου. Το μέγεθος του κλειδιού προφανώς έιναι το ίδιο 256 bit και η λειτουργία CBC . Η κωδικοποιήση όπως και πάνω είναι base64.



Επαληθεύοντας από την άλλη ιστοσελίδα έχω:



Το base64 είναι ένα σύνολο από κωδικοποιήσεις ψηφιακών δεδομένων σε κείμενο. Αντιστοιχίζονται τα byte ενός αρχείου σε ένα υποσύνολο του ASCII. Κάθε ψηφίο ενός κειμένου σε base64 αντιστοιχεί σε 6 bits οπότε για να κωδικοποιήσω ένα byte πληροφορίας θέλω

τουλάχιστον 2 τέτοια ψηφία. Πάντα κωδικοποιούνται 3 συνεχόμενα bytes πληροφορίας οπότε αφού 3*8=24bits -> 24/6=4 ψηφία base64.

Χρησιμοποιείται ο ακόλουθος πίνακας για τις αντιστοιχίσεις ψηφιακών δεδομένων σε χαρακτήρες base64:

Τιμή	Χαρακτήρας	Τιμή	Χαρακτήρας	Τιμή	Χαρακτήρας	Τιμή	Χαρακτήρας
0	A	16	Q	32	g	48	w
1	B	17	R	33	h	49	x
2	C	18	S	34	i	50	y
3	D	19	T	35	j	51	z
4	E	20	U	36	k	52	0
5	F	21	V	37	l	53	1
6	G	22	W	38	m	54	2
7	H	23	X	39	n	55	3
8	I	24	Y	40	o	56	4
9	J	25	Z	41	p	57	5
10	K	26	a	42	q	58	6
11	L	27	b	43	r	59	7
12	M	28	c	44	s	60	8
13	N	29	d	45	t	61	9
14	O	30	e	46	u	62	+
15	P	31	f	47	v	63	/

7)

Οι κρυπτογραφικές συναρτήσεις κατακερματισμού είναι αλγόριθμοι κατακερματισμού που χρησιμοποιούνται στην κρυπτογραφία. Αντιστοιχίζεται ένα μήνυμα αυθαίρετου μεγέθους σε πεπερασμένη ακολουθία από bits. Μερικά χαρακτηριστικά μίας τέτοιας συνάρτησης είναι : 1) Να είναι ανθεκτική σε (ισχυρές) συγκρούσεις δηλαδή να είναι πρακτικά αδύνατο να βρεθούν δύο διαφορετικά μηνύματα που παράγουν την ίδια τιμή κατακερματισμού. 2) Μονόδρομη έτσι ώστε να μην μπορεί να ανακτηθεί το αρχικό μήνυμα.

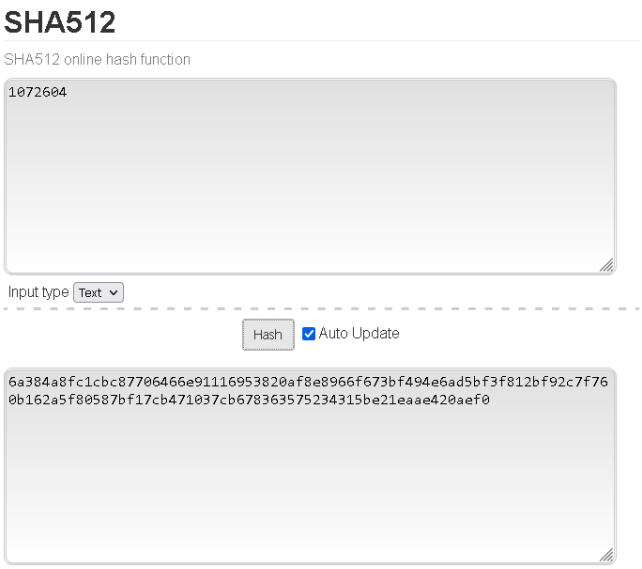
Χρησιμοποιείται στην ασφάλεια πληροφοριών , σε ψηφιακές υπογραφές, ταυτοποιήσεις(όπως κωδικών πρόσβασης) , MACs καθώς και επιβεβαίωση της αυθεντικότητας δεδομένων που στέλνονται.

Παραδείγματα τέτοιων συναρτήσεων είναι οι MD5, SHA-1,SHA-2(SHA-256, SHA-512) κλπ.

Με την εντολή : openssl list -digest-algorithms:

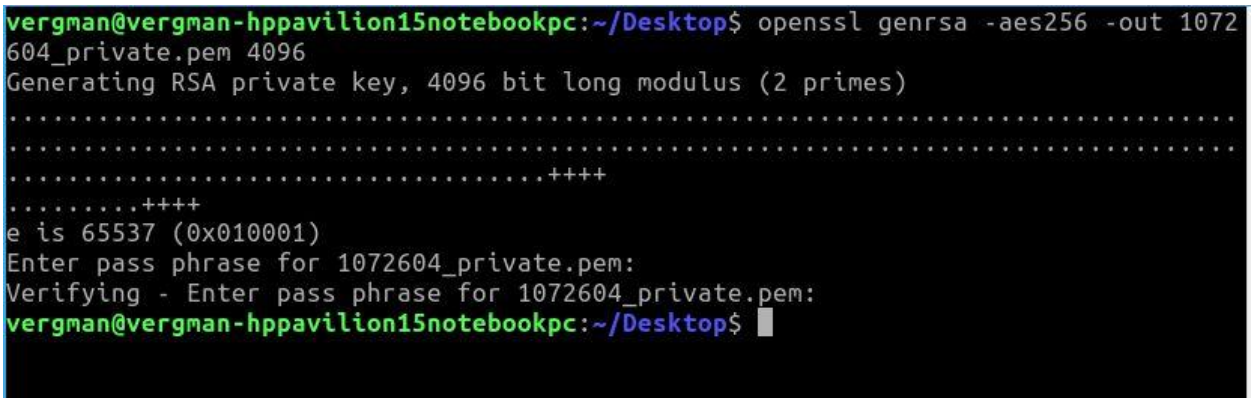
```
bonis@DESKTOP-711LR13:~$ openssl list -digest-algorithms
RSA-MD4 => MD4
RSA-MD5 => MD5
RSA-RIPEMD160 => RIPEMD160
RSA-SHA1 => SHA1
RSA-SHA1-2 => RSA-SHA1
RSA-SHA224 => SHA224
RSA-SHA256 => SHA256
RSA-SHA3-224 => SHA3-224
RSA-SHA3-256 => SHA3-256
RSA-SHA3-384 => SHA3-384
RSA-SHA3-512 => SHA3-512
RSA-SHA384 => SHA384
RSA-SHA512 => SHA512
RSA-SHA512/224 => SHA512-224
RSA-SHA512/256 => SHA512-256
RSA-SM3 => SM3
BLAKE2b512
BLAKE2s256
id-rsassa-pkcs1-v1_5-with-sha3-224 => SHA3-224
id-rsassa-pkcs1-v1_5-with-sha3-256 => SHA3-256
id-rsassa-pkcs1-v1_5-with-sha3-384 => SHA3-384
id-rsassa-pkcs1-v1_5-with-sha3-512 => SHA3-512
MD4
md4WithRSAEncryption => MD4
MD5
MD5-SHA1
md5WithRSAEncryption => MD5
ripemd => RIPEMD160
RIPEMD160
ripemd160WithRSA => RIPEMD160
rmd160 => RIPEMD160
SHA1
sha1WithRSAEncryption => SHA1
SHA224
sha224WithRSAEncryption => SHA224
SHA256
sha256WithRSAEncryption => SHA256
SHA3-224
SHA3-256
SHA3-384
SHA3-512
SHA384
sha384WithRSAEncryption => SHA384
SHA512
SHA512-224
sha512-224WithRSAEncryption => SHA512-224
SHA512-256
sha512-256WithRSAEncryption => SHA512-256
sha512WithRSAEncryption => SHA512
SHAKE128
SHAKE256
SM3
sm3WithRSAEncryption => SM3
ssl3-md5 => MD5
ssl3-sha1 => SHA1
whirlpool
bonis@DESKTOP-711LR13:~$
```

Δημιουργώ το SHA512 του αριθμού μητρώου μου (1072604):

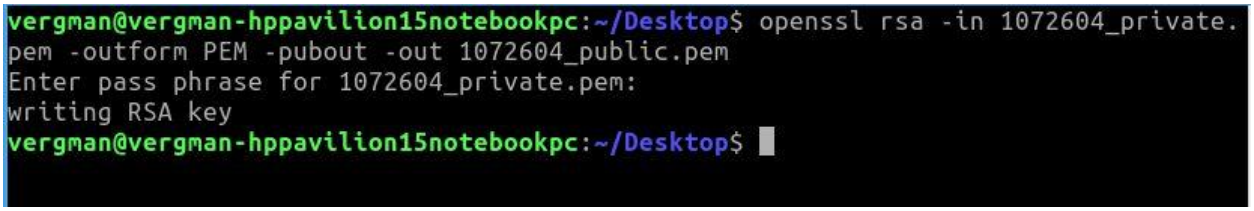


Μέρος Β

Δημιουργώ το ιδιωτικό μου κλειδί:



Δημιουργώ το δημόσιο μου κλειδί:



Αποθηκεύω το μήνυμα: ‘Hello world: 1072604’ στο αρχείο 1072604_msg.txt

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ echo 'Hello world: 1072604' > 10
72604_msg.txt
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Δημιουργώ το κλειδί για τη συμμετρική κρυπτογράφηση του μηνύματος : 1072604_randomkey.bin

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl rand 64 > 1072604_random
key.bin
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Κρυπτογραφώ το μήνυμα με το παραπάνω κλειδί:

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl enc -aes-256-cbc -salt -
in 1072604_msg.txt -out 1072604_msg.bin -pass file:./1072604_randomkey.bin
*** WARNING : deprecated key derivation used.
Using -iter or -pbkdf2 would be better.
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Κωδικοποιώ το κρυπτογραφημένο μήνυμα σε base64:

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl base64 -in 1072604_msg.b
in -out 1072604_msg.b64
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Κρυπτογραφώ το κλειδί συμμετρικής κρυπτογραφίας (το 1072604_randomkey.bin) και προκύπτει το 1072604_randomkey.enc.bin. Έπειτα κωδικοποιώ το τελευταίο αρχείο σε base64.

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl rsautl -encrypt -inkey k
vlachos_public.pem -pubin -in 1072604_randomkey.bin -out 1072604_randomkey.enc.bin

vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl base64 -in 1072604_rando
mkey.enc.bin -out 1072604_randomkey.enc.b64
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Δημιουργώ το hash digest του 1072604_msg.txt ώστε ο παραλήπτης να ελέγξει ότι δεν υπήρξαν λάθη κατά τη μεταφορά του μηνύματος ούτε ότι ‘’πειράχθηκε’’.

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ cat 1072604_msg.txt | openssl dg
st -sha256 -binary | xxd -p > 1072604_msg.digest.txt
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl base64 -in 1072604_msg.d
igest.txt -out 1072604_msg.digest.b64
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```

Με τη χρήση του ιδιωτικού μου κλειδιού και του hash digest του μηνύματος που στέλνω κατασκευάζω την υπογραφή μου ώστε ο παραλήπτης να βεβαιωθεί πως το μήνυμα ήρθε όντως από εμένα.

```
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl dgst -sha256 -sign 10726
04_private.pem -out 1072604_msg.signature.bin 1072604_msg.digest.txt
Enter pass phrase for 1072604_private.pem:
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$ openssl base64 -in 1072604_msg.s
ignature.bin -out 1072604_msg.signature.b64
vergman@vergman-hppavilion15notebookpc:~/Desktop$
```