
LABORATORIJSKA VEŽBA BR. 3

Klasični kriptografski algoritmi

CILJ VEŽBE

- Testiranje rada *Monoalphabetic substitution*
- Testiranje rada Playfairovog algoritma
- Testiranje rada *ByteAddition*
- Testiranje rada XOR algoritma
- Testiranje rada Vernamovog algoritma

POTREBNA OPREMA

- Računar sa instaliranim Windows operativnim sistemom
- Instaliran programski paket Cryptool

TEORIJSKE OSNOVE

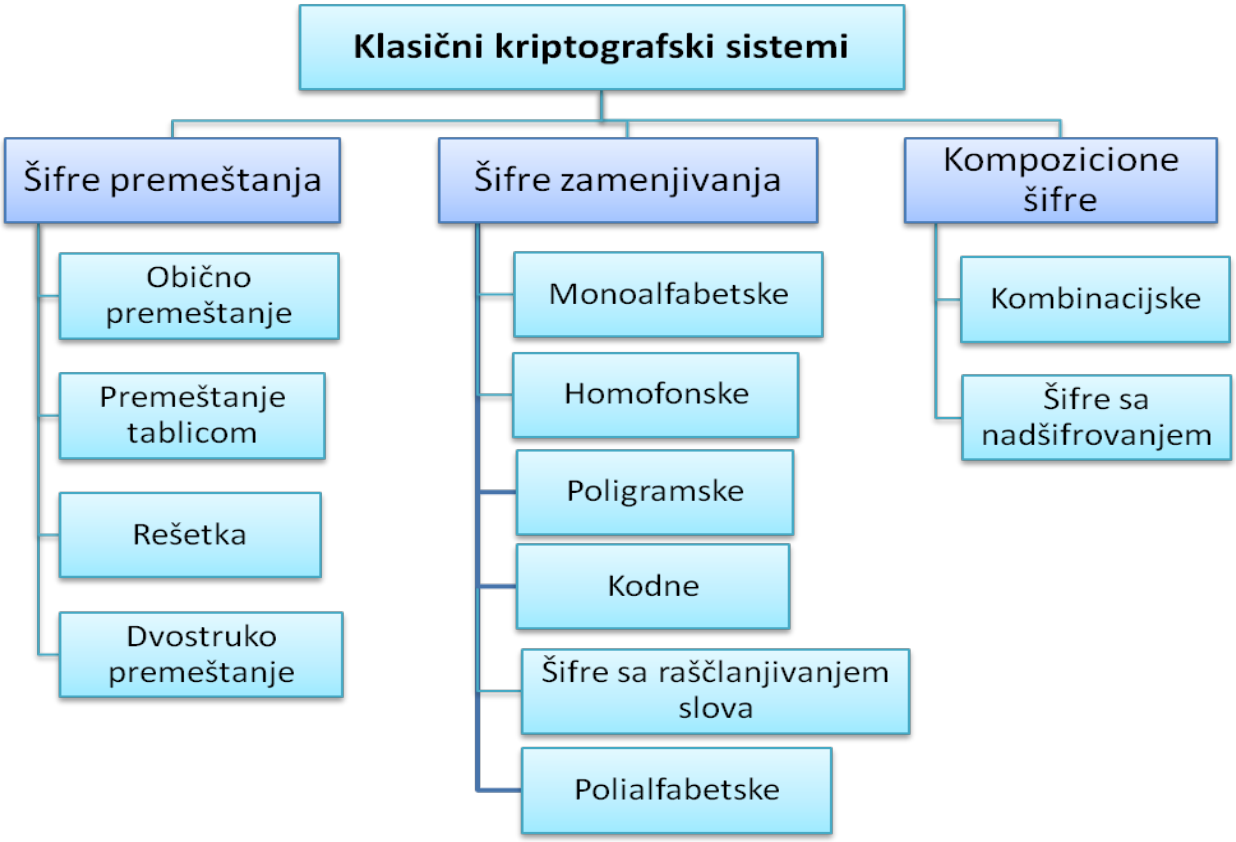
Uvod

Kriptografija je zaštita informacija sifriranjem. Pod sifriranjem se podrazumeva transformacija iz jednog oblika u drugi, odnosno preslikavanje iz skupa u kriptodomen. Kriptografski sistem je skup srodnih šifrarskih algoritama. Osnovna podela kriptografije je zasnovana na vremenskoj distanci kako su nastajali i na kompleksnosti primenjenih tehnika.

1. ***Klasični kriptografski sistemi*** koriste transformacije koje vrše:
   - ✓ **šifre premeštanja** - permutuju slova otvorenog teksta
   - ✓ **šifre zamenjivanja** - menjaju delove otvorenog teksta određenim šifarskim zamenama
   - ✓ **kompozicione šifre** - vrše dvostruku transformaciju kombinujući šifre ova dva sistema.
2. ***Savremeni kriptografski sistemi*** - realizuju se pomoću računara.

- ✓ Koriste različite transformacije klasičnih šifara, specijalne matematičke i fiksne slučajne funkcije ili višestruka šifrovanja različitim ključevima
- ✓ Razlika između **simetričnih** i **asimetričnih** algoritama (pored samog oblika i mogućnosti algoritama) je u tome što simetrični algoritmi koriste isti ključ za šifrovanje i dešifrovanje a asimetrični različite, javni i tajni, koji svoju snagu baziraju na tome da se bez dodatne informacije ne mogu dobiti jedan iz drugog.
- ✓ kriptografija bazirana na simetricnim kljucevima - isti kljuc se koristi za sifriranje i desifriranje i on je tajni (cak i da napadac presretne kljuc, on mora da zna koji algoritam je koriscen za kriptovanje)
- ✓ kriptografija bazirana na javnim kljucevima - kljucevi su razliciti (key1 i key2)-jedan je najcesce javni a drugi tajni; kljucevi nisu isti
- ✓ hash funkcija

Klasični kriptografski algoritmi



- **Šifarski sistemi premeštanja - transpozicije** obuhvataju:

1. obično premeštanje
2. premeštanje ključem
3. premeštanje rešetkama
4. dvostruko premeštanje

- **Šifarski sistemi zamenjivanja** se deli na:

I. **Šifre proste zamene** (MONOALFABETSKE) se dele na:
   a) alfabetske šifre
   b) bigramske, Trigramske i poligamske šifre
   c) kodne tablice
   d) Kodovi
   e) šifre raščlanjivanjem slova

II. **Šifre složene zamene** (POLIALFABETSKE)
   a) šifre sa sređenim alfabetom
   b) šifre sa nesređenim alfabetom

Cryptool

Program Cryptool nam nudi veoma širok raspon mogućnosti i različitih prikaza kako klasičnih tako i modernih kriptografskih algoritama koji obuhvataju šifrovanje i dešifrovanje, generisanje ključeva, generisanje sigurnih lozinki, autentikaciju, sigurnosne protokole, i td. Cryptool je kriptografski softver koji pruža uvid u način funkcionisanja algoritama za šifrovanje, od najstarijih (Cezar) do savremenih (DES, 3DES...). Ugrađeni grafički prikazi toka šifrovanja pomažu da se pojedinačno razume svaki algoritam. Koristeći Cryptool na ovim vežbama predstavićemo najznačajnije algoritme za šifrovanje i usput objasniti kako svaki od njih funkcioniše. U lab.vežbi 1 već smo se upoznali sa nekim osobinama ovog kriptografskog programa.

ZADACI:

Monoalphabetic subsitution / Atbash

Zadatak: koristeći cryptool-a šifrovati reč "EMPTYSHELL" šifrom Substitution gde je ključ:

K=QWERTYUIOPLKJHGFDSAZXCVBNM.

Najpre, kako radi ova šifra? Ovo je monoalfabetska substituciona šifra gde se svako slovo menja u neko drugo s tim da se ne može promeniti u dva različita već uvek u jedno! Slično Cezaru (Cezarovoj šifri), sa tom razlikom što kod Substitution cipher ne mora postojati fiksna zamena mesta za određeni broj već se svako slovo menja sa bilo kojim DRUGIM!

Kod Atbash šifre, stvar je slična sa jednom razlikom. Prvo slovo abecede se menja poslednjim, drugo slovo se menja pretposlednjim, etc:

(ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ → ZYXWVUTSRQPONMLKJIHGFEDCBA).

Slovni poredak sa obeleženim slovima otvorenog teksta:

A B C D **E** F G **H** I J K **L** **M** N O **P** Q R **S** **T** U V W X **Y** Z

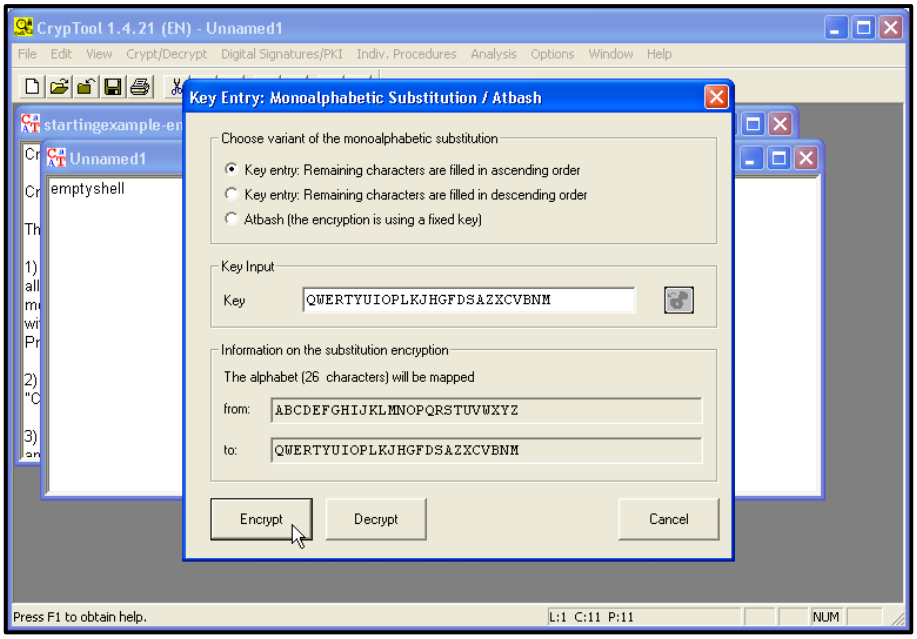
Ključ sa odgovarajućim slovima zamenjenim sa slovima iz otvorenog teksta:

Q W E R **T** Y U **I** O P L **K** **J** H G **F** D S **A** **Z** X C V B **N** M

Rezultat: EMPTYSHELL → TJFZNAITKK.

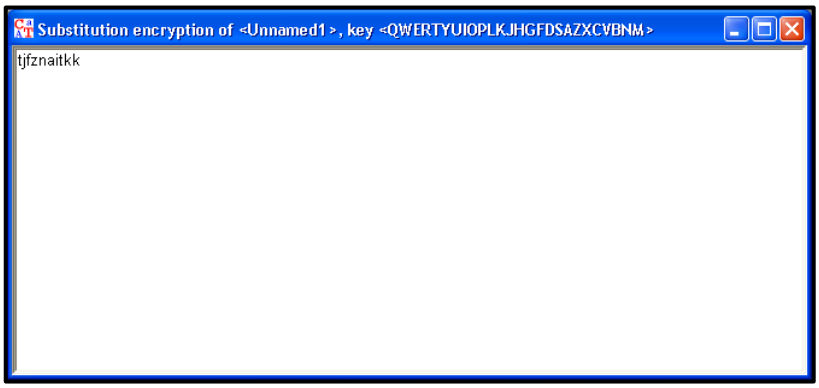
Postupak

Sada probajte ovo na Cryptool-u, FILE → NEW, ukucamo EMPTYSHELL.
Encrypt / Decrypt → Symmetric (classic) → Substitution.
Dobićete prozor "Key Entry: Monoalphabetic substitution / Atbash".
U polje za ključ kucate QWERTYUIOPLKJHGFDSAZXCVBNM.
Čekirate prvo polje za varijantu substitucije (slova poređana po redu: ABCD...).



Kliknete na Encrypt.

Dobija se šifrat.



Playfairova šifra

Zadatak: šifrovati reč "EPITAPH" pomoću Cryptool-a koristeći Playfair-ovu šifru I ključ "ABSYNTH". Playfair-ova šifra je polialfabetska, šifruje pomoću jednog para slova tako da rezultat šifrovanja zavisi od oba slova. Ključna reč proizvodi matricu kojom se šifruje dati tekst. Pošto koristimo u primerima englesku abecedu koja ima 26 karaktera, pravi se matrica 5 x 5 (25 + ostatak 1). Opšti dogovor je da se slova I i J poistovete tako da se stavljaju u isto polje. U matricu se upisuju slova ključne reči, u ovom slučaju to je reč ABSYNTH. Upisuju se tako da nema ponavljanja, tj. upisuju se samo različita slova ključne reči a ostala slova u matrici su preostali karakteri engleske abecede. Matrica za reč ABSYNTH:

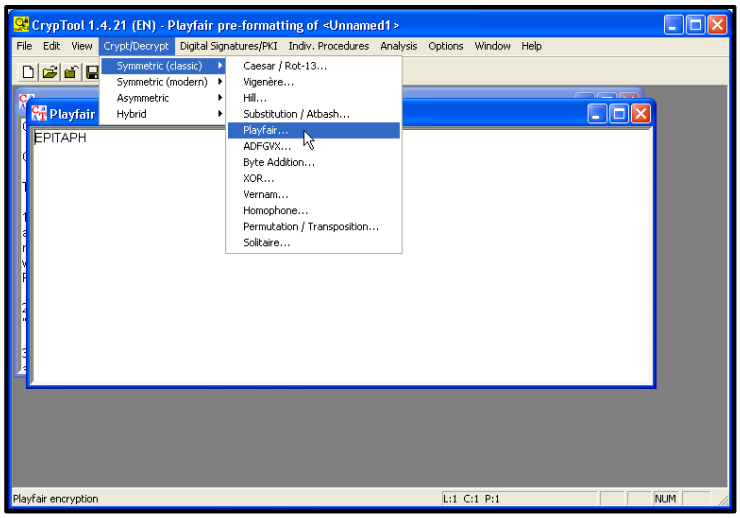
A B S Y N
T H C D E
F G I J K L
M O P Q R
U V W X Z

Od otvorenog teksta se prave blokovi od po dva slova (obavezno različita) – pri tome, dužina teksta mora biti parna, u slučaju da je tekst neparne dužine ubacuje se slovo po dogovoru, npr. X. Označimo slova jednog bloka u matrici. Moguće su tri situacije i shodno tome postoje tri načina za dobijanje dva slova šifrata:

- Ako su oba slova u istoj koloni, zamenjuju se slovom koje se nalazi za jedno mesto ispod
- Ako su oba slova u istom redu zamenjuju se slovom koje se nalazi za jedno mesto u desno
- Ako se ne nalaze u istoj koloni ni u istom redu, pravi se pravougaonik čija su ta dva slova tačke dijagonale.

Prvo slovo šifrata se dobija čitajući slovo koje se nalazi u istom redu prvog slova para slova otvorenog teksta, drugo slovo šifrata se dobija čitajući slovo koje se nalazi u istom redu drugog slova para slova otvorenog teksta.

Objasnićemo ovo na primeru od nekoliko slova čiji parovi demonstriraju primenu prethodnih pravila. Pretpostavimo da šifrujemo reč GITARA. Delimo je u blokove od po dva slova: GI, TA, RA. Koristeći pravila iz prethodne tri tačke dobijemo šifrate za svaki par:



GI → IK
TA → FT
RA → MN

Ovaj postupak se ponavlja za sve ostale blokove. Naš primer je reč EPITAPH. Delimo je na blokokve: EP, IT, AP, HX. U ovom slučaju dodali smo slovo X jer broj slova u reči neparan.

Rezultat je:

EP → CR
IT → FC
AP → SM
HX → DV

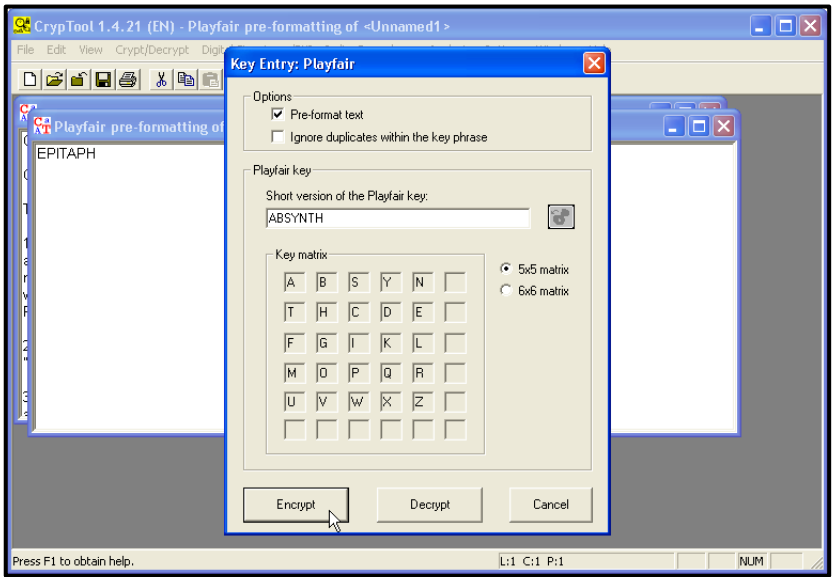
A B S Y N	A B S Y N	A B S Y N	A B S Y N
T H C D E	T H C D E	T H C D E	T H C D E
F G IJ K L	F G IJ K L	F G IJ K L	F G IJ K L
M O P Q R	M O P Q R	M O P Q R	M O P Q R
U V W X Z	U V W X Z	U V W X Z	U V W X Z

Postupak

Na Cryptool-u:
FILE → NEW, ukucamo EPITAPH
Encrypt / Decrypt → Symmetric (classic) → Playfair.

Dobićete prozor "Key Entry: Playfair". Na tom dijalogu:

- Označite checkbox Preformat text.
- Unesite ABSYNTH u polje Short version of Playfair key.
- Označite 5x5 matrix.



Dobijeni šifrat:

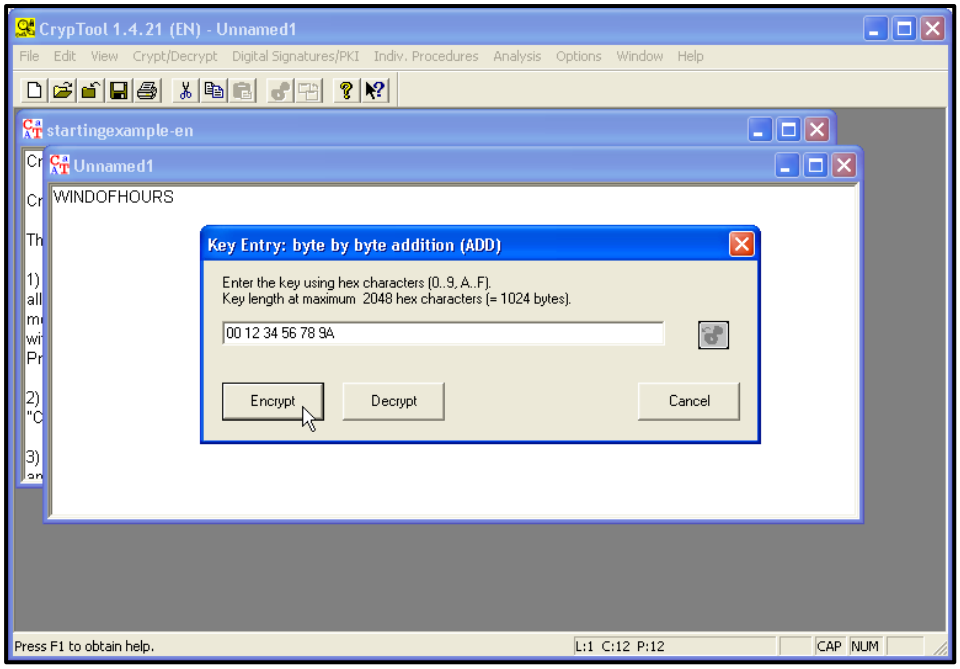
ByteAddition

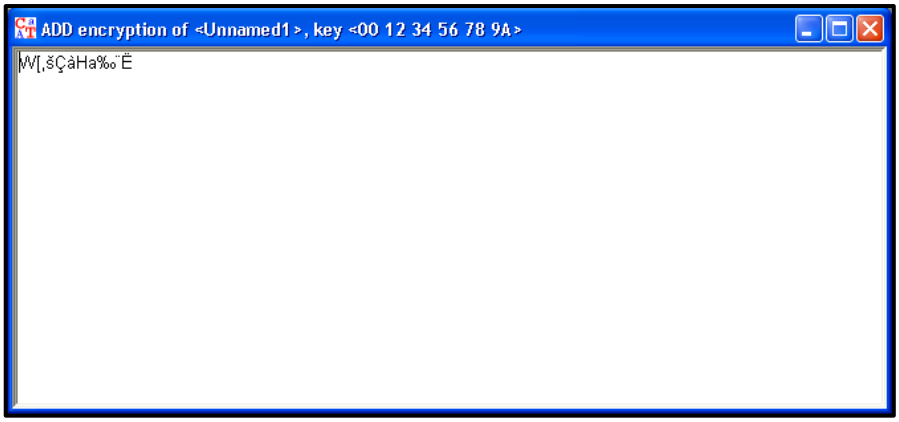
Zadatak: šifrovati "WINDOFHOURS" pomoću Cryptool-a algoritmom ByteAddition, ključem: 00 12 34 56 78 9A. ByteAddition algoritam radi tako što na otvoreni tekst dodaje karakter po karakter (bajt po bajt) ključa. Ako je dužina ključa veća od dužine otvorenog teksta onda se po svakom upotrebljenom karakteru (bajtu) iz ključa ciklički pomeramo na prvi karakter ključa i šifrujemo (dodajemo) dalje dok se ceo tekst ne šifruje. Svako prenošenje "carry" se ignoriše. Znači, posle svakog prenošenja Carry bit se NE setuje.

Postupak

Sada ćemo demonstrirati ovaj proves šifrovanja na Cryptool-u:
FILE → NEW, ukucamo WINDOFHOURS
Encrypt / Decrypt → Symmetric (classic) → ByteAddition.
Otvara se prozor u koji treba da unesemo ključ; popunite ga kao na slici:

Kliknite na Encrypt i dobijate sledeće:





Sada ćete sa istim ključem odraditi dešifrovanje dobijenog šifrata.

XOR algoritam

Zadatak: šifrovati reč "PURITANIA" pomoću Cryptool-a algoritmom XOR (Exlusive OR), ključem: 66 69 99 96. Algoritam XOR se oslanja na jednu jako lepu osobinu istoimene logičke operacije:

((A XOR B) XOR B) = A

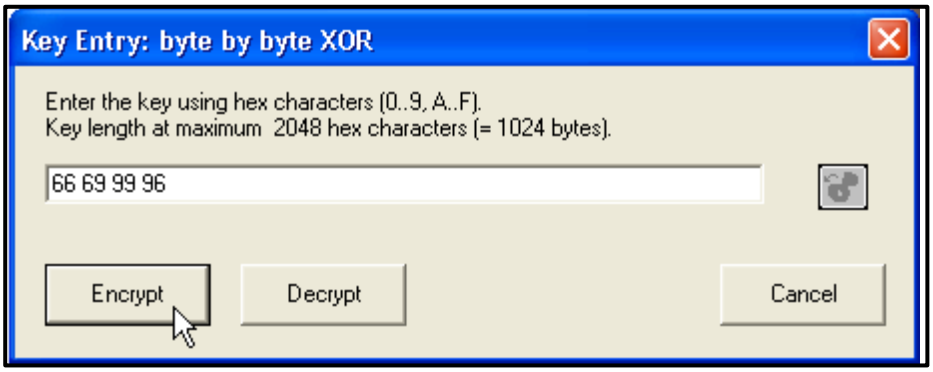
Dakle ako dva puta primenimo XOR sa istim operandom na neku vrednost, kao konačni rezultat dobijamo istu vrednost. XOR algoritam funkcioniše tako što šifruje otvoreni tekst bit po bit tako što XORuje bit otvorenog teksta sa bitom ključa. Ovo je tabela XOR-ovanja:

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Operacija dešifrovanja je identična šifrovanju.

Postupak

Sada isto to radimo u Cryptool-u: FILE → NEW Crypt / Decrypt → Symmetric (classic) → XOR Popunite prozor kao na slici i odradite Encrypt.



Rezultat:

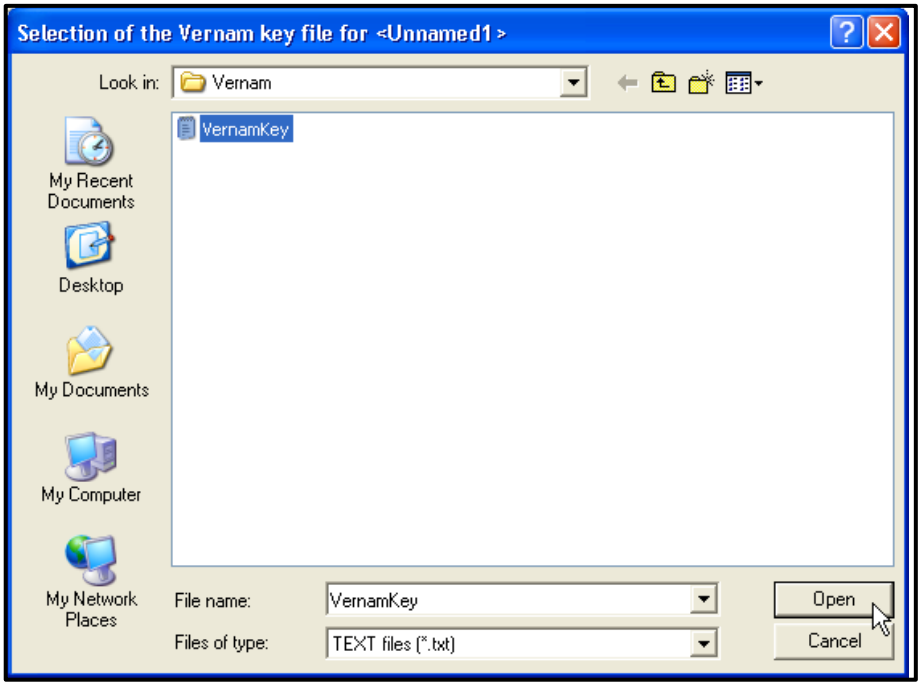
Vernam

Zadatak: šifrovati tekst "I DID MY TIME AND I WANT OUT" pomoću Cryptool-a algoritmom Vernam koristeći tekstualni dokument *VernamKey.txt* (nalazi se u direktorijumu C:/Documents and Settings/Admin/My Documents/Vernam) kao ključ. Vernam-ov algoritam je zapravo XOR algoritam koji koristi dokument kao ključ za šifrovanje jer je mogućnost razbijanja ključa dosta manja nego kada se za ključ postavi niz karaktera ili binarnih vrednosti. Ovaj ključ se još naziva I jednokratna beležnica (*one time pad*).

PRIMEDBA: TEORIJSKI JE DOKAZIVO DA JE OVO SIGURNA ŠIFRA – NE MOŽE SE RAZBITI AKO SE PRIDRŽAVA DEFINISANIH PRAVILA. POSTOJI MOGUĆNOST DA SE POTPUNOM PRETRAGOM DOĐE DO NEKIH SMISLENIH REŠENJA ALI SU ONA JEDNAKO VEROVATNA I DOBIJENI REZULTAT U PRAKSI NE MOŽE DA SE ISKORISTI.

Postupak

Isprobajte na Cryptool-u Vernam-ovu šifru.
FILE → NEW, upišite "I DID MY TIME AND I WANT OUT" Crypt / Decrypt → Symmetric (classic) → Vernam
Zatim nađete tekstualnu datoteku u: C:/Documents and Settings/Admin/My Documents/Vernam i selektujete je za otvaranje. Kada kliknete na Open, Cryptool će obaviti šifrovanje i dobićete izlaz, tj. šifrat. U slučaju da je ključ kraći od otvorenog teksta, Cryptool će vam izbaciti poruku ali će sve jedno šifrovati ciklično. Poruka samo znači da je ključ nedovoljno siguran ali operacija šifrovanja može da se izvrši.



Dobijamo šifrat iz kog pomoću ponovnog kriptovanja samog šifrata istim dokumentom možemo uvek dobiti originalnu poruku, tj.otvoreni tekst. Ovo odradite sami.

Zadatak. Svaki student je dužan da pomoću gore objašnjenih algoritama šifruje **imena i prezimena** svojih članova porodice (Po četiri primera za svaki algoritam, ukoliko je broj članova porodice manji od četiri, studenti uzimaju **ime i prezime svog najboljeg prijatelja** kao četvrti primer).

ZADACI:

Monoalphabetic subsitution / Atbash

Zadatak: koristeći cryptool-a šifrovati reč "EMPTYSHELL" šifrom Substitution gde je ključ:

K=QWERTYUIOPLKJHGFDSAZXCVBNM.

Najpre, kako radi ova šifra? Ovo je monoalfabetska substituciona šifra gde se svako slovo menja u neko drugo s tim da se ne može promeniti u dva različita već uvek u jedno! Slično Cezaru (Cezarovoj šifri), sa tom razlikom što kod Substitution cipher ne mora postojati fiksna zamena mesta za određeni broj već se svako slovo menja sa bilo kojim DRUGIM!

Kod Atbash šifre, stvar je slična sa jednom razlikom. Prvo slovo abecede se menja poslednjim, drugo slovo se menja pretposlednjim, etc:

(ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ → ZYXWVUTSRQPONMLKJIHGFEDCBA).

Slovni poredak sa obeleženim slovima otvorenog teksta:

A B C D **E** F G **H** I J K **L** **M** N O **P** Q R **S** **T** U V W X **Y** Z

Ključ sa odgovarajućim slovima zamenjenim sa slovima iz otvorenog teksta:

Q W E R **T** Y U **I** O P L **K** **J** H G **F** D S **A** **Z** X C V B **N** M

Rezultat: EMPTYSHELL → TJFZNAITKK.

Postupak

Otvoriti novi prozor za unos poruka: NEW. Levo u meniju Classic Ciphers izabrati Substitution i prevuci na radnu povrsinu. Kadav am se pojavi na radnoj povrsini Substitution imacete 3 strelice sa desne I jednu sa leve strane. Sa desne strane kliknuti prvu I prevuci na levo kako bi otvorili Text input. Isti postupak uraditi I sa levom kako bi napravili Text output. Nakon toga otkucati EMPTYSHELL" u prozor za upis teksta.

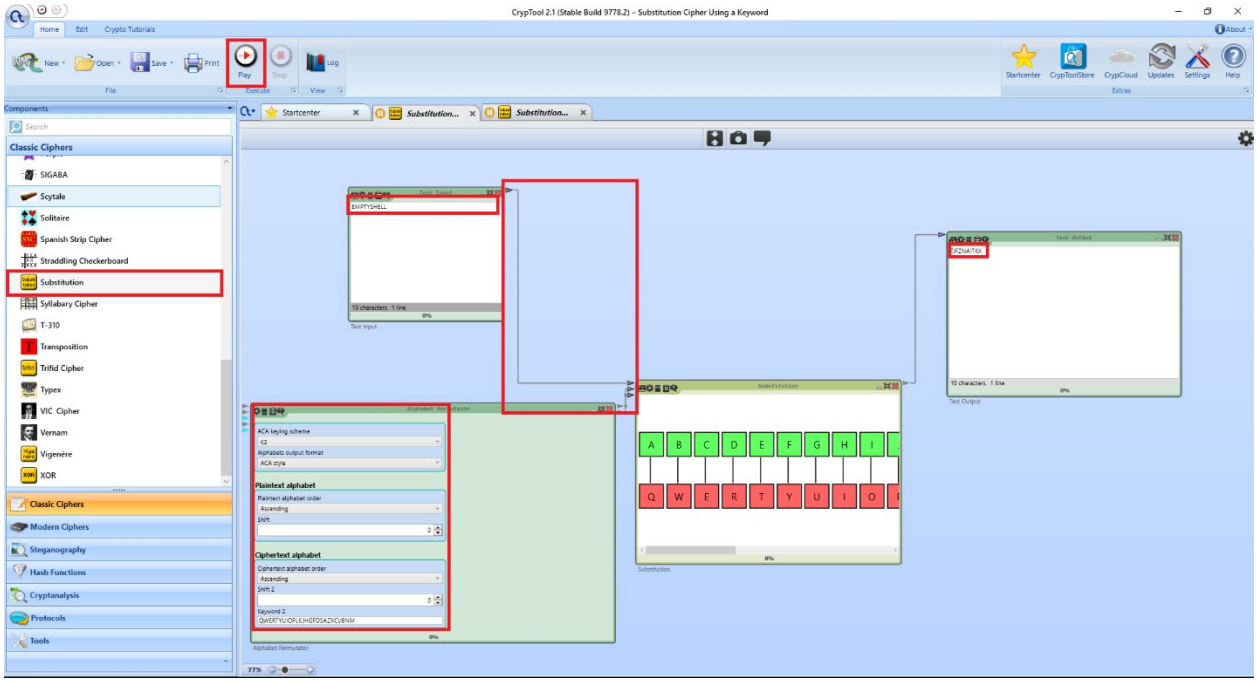
Sa druge strelice iz Substitution prevuci na levo i izabrati Alphabet Permutator. Prosiriti taj prozor i izmeniti sledece:

- ACA keying shceme u K2
- U polje Keyword 2 kucate QWERTYUIOPLKJHGFDSAZXCVBNM

Napomena: po default-u slovni poredak je:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Saada je Sourcetext iz Substitution povezan sa Plaintext-om iz Alphabet Permutator. Takodje treba povezati i drugu strelicu iz Alphabet Permutator koja oznacava Ciphertext sa trecom iz Substitution koja oznacava Destination text. U prozoru Substitution mozemo videti kako ce se slova menjati:
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ → ZYXWVUTSRQPONMLKJIHGFEDCBA
Kada kliknemo play dobija se zeljena sifra.



Playfairova šifra

Zadatak: šifrovati reč "EPITAPH" pomoću Cryptool-a koristeći Playfair-ovu šifru I ključ "ABSYNTH". Playfair-ova šifra je polialfabetska, šifruje pomoću jednog para slova tako da rezultat šifrovanja zavisi od oba slova. Ključna reč proizvodi matricu kojom se šifruje dati tekst. Pošto koristimo u primerima englesku abecedu koja ima 26 karaktera, pravi se matrica 5 x 5 (25 + ostatak 1). Opšti dogovor je da se slova I i J poistovete tako da se stavljaju u isto polje. U matricu se upisuju slova ključne reči, u ovom slučaju to je reč ABSYNTH. Upisuju se tako da nema ponavljanja, tj. upisuju se samo različita slova ključne reči a ostala slova u matrici su preostali karakteri engleske abecede. Matrica za reč ABSYNTH:

A B S Y N
T H C D E
F G I J K L
M O P Q R
U V W X Z

Od otvorenog teksta se prave blokovi od po dva slova (obavezno različita) – pri tome, dužina teksta mora biti parna, u slučaju da je tekst neparne dužine ubacuje se slovo po dogovoru, npr. X. Označimo slova jednog bloka u matrici. Moguće su tri situacije i shodno tome postoje tri načina za dobijanje dva slova šifrata:

- Ako su oba slova u istoj koloni, zamenjuju se slovom koje se nalazi za jedno mesto ispod
- Ako su oba slova u istom redu zamenjuju se slovom koje se nalazi za jedno mesto u desno
- Ako se ne nalaze u istoj koloni ni u istom redu, pravi se pravougaonik čija su ta dva slova tačke dijagonale.

Prvo slovo šifrata se dobija čitajući slovo koje se nalazi u istom redu prvog slova para slova otvorenog teksta, drugo slovo šifrata se dobija čitajući slovo koje se nalazi u istom redu drugog slova para slova otvorenog teksta.

Objasnićemo ovo na primeru od nekoliko slova čiji parovi demonstriraju primenu prethodnih pravila. Pretpostavimo da šifrujemo reč GITARA. Delimo je u blokove od po dva slova: GI, TA, RA. Koristeći pravila iz prethodne tri tačke dobijemo šifrate za svaki par:

GI → IK
TA → FT
RA → MN

Ovaj postupak se ponavlja za sve ostale blokove. Naš primer je reč EPITAPH. Delimo je na blokokve: EP, IT, AP, HX. U ovom slučaju dodali smo slovo X jer broj slova u reči neparan.

Rezultat je:

EP → CR
IT → FC
AP → SM
HX → DV

A B S Y N	A B S Y N	**A** B **S** Y N	A B S Y N
T H **C** D **E**	**T** H **C** D E	T H C D E	T **H** C **D** E
F G IJ K L	**F** G **IJ** K L	F G IJ K L	F G IJ K L
M O **P** Q **R**	M O P Q R	**M** O **P** Q R	M O P Q R
U V W X Z	U V W X Z	U V W X Z	U **V** W **X** Z

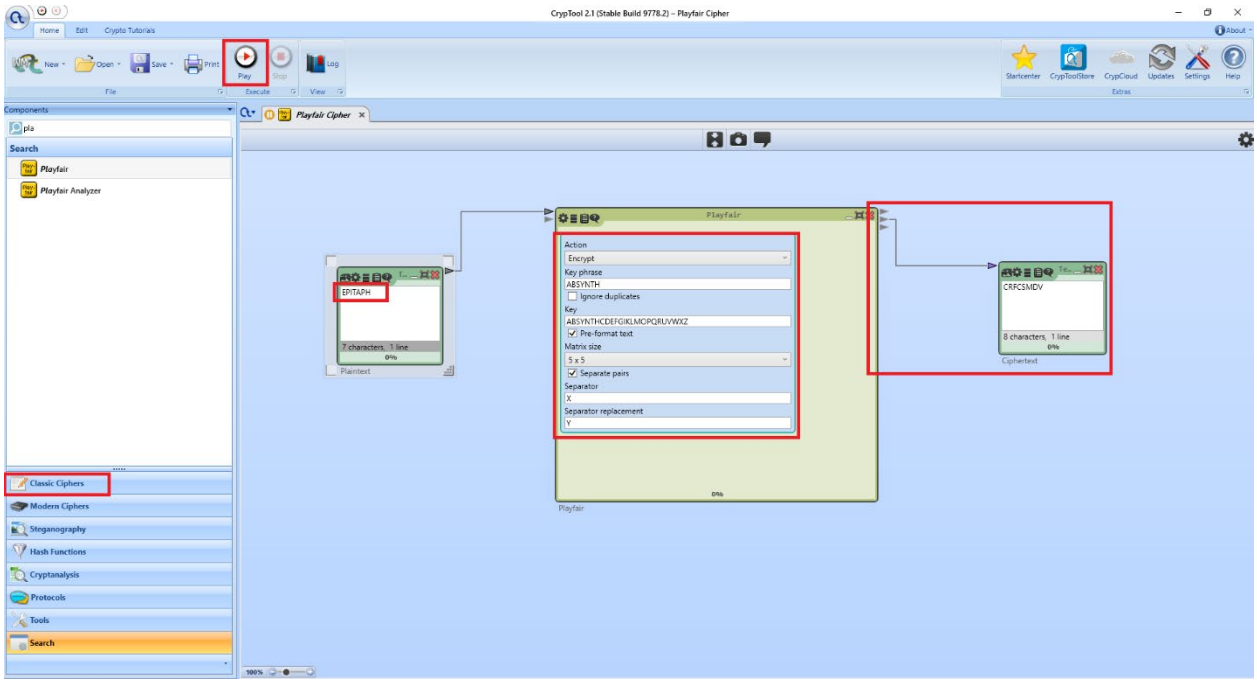
Postupak

Otvoriti novi prozor za unos poruka: NEW. Levo u meniju Classic Ciphers izabrati Playfair i prevuci na radnu povrsinu. Kadav am se pojavi na radnoj povrsini Playfair imacete 2 strelice sa desne I jednu sa leve strane. Sa desne strane kliknuti drugu I prevuci na levo kako bi otvorili Text input. Isti postupak uraditi I sa levom kako bi napravili Text output. Nakon toga otkucati EPITAPH" u prozor za upis teksta.

Prosiriti prozor Playfair i izmeniti sledece:

- Uncheck gde pise Ignore duplicates
- U polje Key phrase unesite ABSYNTH
- Označite 5x5 matrix

Kada kliknemo play dobija se zeljena sifra.



Predmetni nastavnik i predmetni asistent