**Maturitní práce**

Enigma

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

**uritní práce**

Enigma

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

**uritní práce**

Enigma

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

**uritní práce**

Enigma

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Název

**Profilová část maturitní zkoušky**

Studijní obor: Informační Technologie

Třída: ITB4

Školní rok: 2022/2023 Ondřej Műhlhandel

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: Informační Technologie

Třída: ITB4

Školní rok: 2022/2023 Ondřej Műhlhandel

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: Informační Technologie

Třída: ITB4

Školní rok: 2022/2023 Ondřej Műhlhandel

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: Informační Technologie

Třída: ITB4

Školní rok: 2022/2023 Ondřej Műhlhandel

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

Studijní obor: počítačové systémy

Třída: EPA4

Školní rok: 2014/2015 Jan Novák

































































**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

**Střední průmyslová škola Třebíč**

Manželů Curieových 734, 674 01 Třebíč

Obsah obrázku text, stůl

Popis byl vytvořen automatickyABSTRAKT

Práce je zaměřena na jedno z nejsofistikovanějších šifrovacích zařízení, které bylo používáno v období 2. světové války, a jehož prolomení ve velké míře určilo výsledek tohoto válečného konfliktu. Bude popsán funkční princip tohoto stroje a realizován počítačový simulátor šifrovacího stroje Enigma. Ve vytvořeném programu bude ukázáno vnitřní fungování tohoto stroje, založeného na principu tří rotorů důmyslně spojených prostřednictvím zkřížených elektrických obvodů. Pomocí moderního programovacího jazyka C# a vývojového prostředí Microsoft Visual Studio, bude dále demonstrováno, jak jednoduché je emulgovat historické šifrovací zařízení Enigma moderním počítačovým systémem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Enigma, Microsoft Visual Studio, C#

ABSTRACT

The work is focused on one of the most sophisticated encryption devices that was used during the Second World War, and the breaking of which largely determined the outcome of this war conflict. The functional principle of this machine will be described and a computer simulator of the Enigma encryption machine will be implemented. The created program will show the inner workings of this machine, based on the principle of three rotors ingeniously connected through crossed electrical circuits. Using the modern C# programming language and the Microsoft Visual Studio development environment, it will be further demonstrated how simple it is to emulsify the historical Enigma encryption device with a modern computer system

KEYWORDS

Enigma, Microsoft Visual Studio, C#

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji bla bla bla za bla bla

V Třebíči dne 18. března 2023

podpis autora

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a uvedl v ní všechny prameny, literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Třebíči dne 18. března 2023

podpis autora

OBSAH

[ÚVOD 8](#_Toc129893057)

[1 Teoretická část 8](#_Toc129893058)

[1.1 Kryptografie 8](#_Toc129893059)

[1.2 Enigma 9](#_Toc129893060)

[1.2.1 Princip Enigmy 10](#_Toc129893061)

[1.2.2 Rozluštění Enigmy 13](#_Toc129893062)

[1.2.3 Programovací jazyk C# 14](#_Toc129893063)

[1.2.4 Microsoft Visual Studio 2022 14](#_Toc129893064)

[2 Praktická část 15](#_Toc129893065)

[2.1 Výchozí formulář 15](#_Toc129893066)

[2.2 Možnosti nastavení programu 17](#_Toc129893067)

[2.3 Třída rotor 18](#_Toc129893068)

[2.3.1 Vlastnosti rotoru 18](#_Toc129893069)

[2.3.2 Metody rotoru 19](#_Toc129893070)

[2.4 Hlavní formulář 21](#_Toc129893071)

[2.4.1 Metoda MainFormLoad 21](#_Toc129893072)

[2.4.2 Metoda pro otevření dalších formulářů 21](#_Toc129893073)

[2.4.3 Metody pro šifrování dat 22](#_Toc129893074)

[2.4.4 Některé další použité metody 24](#_Toc129893075)

[2.5 Formulář Settings 24](#_Toc129893076)

[2.6 Formulář About 25](#_Toc129893077)

[2.7 ZÁVĚR 25](#_Toc129893078)

[3 SEZNAM LITERATURY 26](#_Toc129893079)

[4 SEZNAM OBRÁZKŮ 27](#_Toc129893080)

[5 SEZNAM ZKRATEK 28](#_Toc129893081)

[6 SEZNAM PŘÍLOH 28](#_Toc129893082)

ÚVOD

V této ročníkové práci bude realizován počítačový simulátor šifrovacího stroje Enigma. Šifrovací stroj Enigma našel své největší uplatnění v době druhé světové války, kdy ho Němci používali k šifrování vojenských, leteckých a námořních zpráv, protože se domnívali, že jeho kód nelze prolomit. V práci bude stručně popsán vznik stroje Enigma i způsob jeho vnitřního fungování, včetně okolností, které nakonec vedly k prolomení šifrování. Způsob vnitřního fungování stroje Enigmy ukáže i počítačový program, vytvořený ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio za pomocí programovacího jazyka C#, simulující činnost Enigmy. Celá práce je dokladem toho, jak je jednoduché pomocí moderního programovací jazyka napodobit mechanický systém počítačovým programem, kterým bude šifrovat zprávy stejně sofistikovaným způsobem.

# Teoretická část

## Kryptografie

Kryptografie je synonymem pro šifrování. Používá se již po řadu tisíciletí pro skrývání významu informací před osobami, kterým nejsou adresovány. Kryptografie prožívá velký rozmach díky moderním telekomunikačním technologiím, u kterých je nezbytné klást velký důraz na zabezpečení dat. Každý z nás se s ní setkává prakticky každý den přihlásí-li se k e-mailu nebo do internetového bankovnictví.[1]

V historii kryptografie jedno z nejvýznamnějších zařízení používaných k šifrování zpráv představuje stroj Enigma, kterému se dostalo největšího využití německou armádou v průběhu druhé světové války. Dokonce ještě v 50. letech 20. století se tento šifrovací stroj používal v mnoha zemích a západní zpravodajské služby si tak mohly běžně číst tajné šifrované zprávy ze všech oblastí. [2] Britové si dokonce z Enigmy vytvořily vlastní šifrovací stroj nazvaný Typex, ve kterém odstranily slabiny Enigmy (písmeno se někdy mohlo stát sebou samým) a jejich přístroj tak byl mnohem bezpečnější. [3]

## Enigma

Obsah obrázku text, interiér, počítač

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 1 - Standardní trojrotorová Enigma, zdroj: https://www.volty.cz/files/uploads/2018/09/enigma-1026x1200.jpg*

Enigma – nejslavnější šifrovací zařízení všech dob, ve své době velmi sofistikovaný přístroj, který zajišťoval přepis tajných informací do téměř nerozluštitelné šifry. Přístroj nebyl využíván pouze armádou, ale i v běžném životě. Měl kompaktní velikost, byl snadno přenosný, a tedy použitelný kdykoli a kdekoli. Enigma transformovala obyčejný text na šifrovaný text, který vypadal jako úplně náhodné znaky, libovolné písmeno se mohlo v textu objevit jako písmeno nebo i číslice. Šifrování bylo navíc prováděno pomocí tzv. krkového systému, tzn. že při každém stisknutí kláves se rotory Emigmy posunuly o krok a změnily šifrování. Vojenské Enigmy měly navíc ještě vylepšení, které dále ztěžovalo možnost prolomení šifry. [4]

### Princip Enigmy

První rotorový šifrovací stroj vynalezl ještě během první světové války německý elektromechanik Arthur Scherbius. Jeho zařízení připomínalo psací stroj, který měl navíc propojitelné nastavitelné rotory. [2] Text, který bylo třeba zašifrovat se převáděl po jednotlivých písmenech. Každému písmenu zprávy odpovídalo nové písmeno vytvořené Enigmou. A průlom v šifrování spočíval v tom, že stejná písmena zadaná do Enigmy byla v šifře odlišná. Tedy např. slovo „ANANAS“ bude ve zprávě zašifrované pomocí Enigmy znít „BQZSOX“. A při každém dalším pokusu bude výsledná šifra slova ANANAS opět zcela jiná.

Pro šifrování používala Enigma rotory. Uvnitř každého rotoru byly zkřížené elektrické obvody. Při zadání prvního písmene se otočil první rotor (rychlý rotor). Celkový možný počet otočení jednoho rotoru byl 26. Když se první rotor celý otočil, otočil se také druhý rotor (střední rotor) o jedno místo. A pak se první rotor otáčel dál. Až se otočil i celý druhý rotor, otočil se poprvé i třetí rotor (pomalý rotor) o jedno místo. Systém si lze zjednodušeně představit jako hodiny s hodinovou, minutovou a vteřinovou ručičkou. Po zmáčknutí klávesy s příslušným písmenem se rozsvítila žárovka u písmene, které bylo třeba zapsat do šifry místo něj. Základem byl obyčejný elektrický obvod tvořený baterií a žárovkou, uvnitř kterého byly pohyblivé části. Když se vedení otočilo, zdroj se připojil k jiné žárovce. To byla základní myšlenka Enigmy.

Při šifrování se používaly právě 3 rotory, ty byly vyjímatelné a vzájemně zaměnitelné. Ten, kdo Enigmu nastavoval, si mohl vybrat z 5 rotorů. Pro výběr 3 rotorů existuje tedy celkem 5 x 4 x 3, tj. 60 různých možností výběru. Každý rotor měl 26 různých pozic, tzn. že lze použít 26 různých pozic umístění, tj. 26 x 26 x 26, tj. celkem existuje 17 576 různých variant nastavení rotorů.

Enigma používaná armádou měla ještě další „vylepšení“, které zmenšovalo možnost prolomení šifrování. V přední části Enigmy byla umístěna konektorová deska, kterou tvořilo 10 kabelů, přičemž každý z nich spojoval dvě písmena do páru. Když se tato dvě písmena spojila, prohodila se. Jednalo se o vyšší stupeň šifrování určený pouze pro německou armádu. Takové propojení má nekonečné množství kombinací. Celkem je možno vytvořit z 26 různých písmen 150 biliónů 738 miliard 274 miliónů 937 tisíc a 250 kombinací. Z jednoduchého výpočtu pak vyplývá, že Enigma mohla být nastavena celkem 158 trilióny 962 biliardy 555 bilióny 217 miliardami 826 milióny a 360 tisíci různými způsoby.

Obsah obrázku diagram, schématické

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 2 - Zapojení Enigmy ukazující tok proudu, zdroj https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/53/Enigma\_wiring\_kleur.svg/220px-nigma\_wiring\_kleur.svg.png*

Když bylo na Enigmě zmáčknuto jedno písmeno, signál prošel nejprve přes konektory v konektorové desce, pak skrz první rotor, skrz druhý rotor, skrz třetí rotor, na konci se to otočilo a signál procházel zpět v opačném pořadí, tj. skrz třetí rotor, skrz druhý a skrz první rotor. Nakonec opět prošel skrz konektory a rozsvítil žárovku u některého z písmen.

U každého ze tří právě používaných rotorů bylo okénko s číslem od 01 do 26. Jejich kombinace vytvářela číselný kód. Po zadání kombinace čísel, která byla na Enigmě nastavena před začátkem šifrování, zpětným zadání šifry do přístroje mohl příjemce zprávu dešifrovat.

Příjemce zprávy tedy musel znát výchozí nastavení Enigmy. To si Němci sdělovali v písemné formě na listech papírů. Nastavení přístrojů bylo vytvářeno vždy na 1 měsíc dopředu a bylo psáno rozpustným inkoustem, takže pro znehodnocení stačilo malé množství tekutiny. Němci se oprávněně domnívali, že je jejich šifra neprolomitelná. [5]

Obsah obrázku stůl

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 3 - Rozpis měsíčního nastavení přístroje Enigma, zdroj https://hackaday.com/wp-cotent/uploads/2017/08/enigma\_keylist\_3\_rotor.jpg*

### Rozluštění Enigmy

Podstatou Enigmy bylo, že každé písmeno, bylo-li opakovaně voleno, vždy se zašifrovalo v jiné písmeno. Dvě písmena v šifře za sebou nikdy mohla být stejná. Ale písmeno se nikdy nemohlo stát sebou samým, a to byla slabina Enigmy, která napomohla k jejímu prolomení.

Jako první měli Enigmu k dispozici Poláci. Tým vědců okolo matematika Mariana Rejewského už v roce 1932 napsal rovnici, která matematicky rekonstruovala zapojení rotorů v Enigmě. Jejich dešifrovací zařízení neslo název Bomba a dokázali s jeho pomocí do roku 1938 dešifrovat až 75 % zachycených zpráv. Od konce roku 1938 však Němci přidali k Enigmě další dva rotory (nově se při nastavení Enigmy vybíralo z pěti), což dešifrování zpráv velmi zkomplikovalo. [4]

Po vypuknutí 2. světové války se centrum snah o prolomení Enigmy přesunulo do Velké Británie. Vládní škola pro kódy a šifry (Government Code and Ciper School) se v srpnu 1939 přemístila do rozsáhlého komplexu Bletchley Park severně od Londýny. Poláci se o své poznatky se Spojenci podělili a podíleli se na dalším výzkumu. [2]

Němci každé ráno v 6:00 hodin posílali zprávu o aktuálním počasí. Tato zpráva měla standardizovaný formát, pouze se lišilo počasí. Tyto ranní šifrované zprávy tak obsahovaly každý den určité stejné fráze, které se kryptologové snažili odhalit a jejich pomocí pak šifrování prolomit, s využitím poznatku, že žádné písmeno není sebou samým. (5) Na prolomení Enigmy pracoval zejména britský kryptolog Alan Turing, považovaný za zakladatele informatiky. Spolu s dalším kryptologem Gordonem Welchmanem sestavili obrovský přístroj nazvaný Bombe. Ten dokázal prolomit šifru asi za 20 minut. Byl sestrojen v roce 1940 a vážil asi 1 tunu. [4]

Každé ráno musela být šifra znovu prolomena, protože přesně o půlnoci se měnilo nastavení každé Enigmy. Kryptologové museli především zjistit zapojení konektorů v konektorové desce, a právě toto dokázal přístroj Bombe, který používal metodu eliminace, na konci které zůstalo to, co nebylo špatně. Poté se výsledné zapojení vyzkoušelo, zda skutečně funguje. [3]

Až do února 1942 se spojenců dařilo úspěšně dešifrovat zprávy z Enigmy. Pak Němci přidali do námořní Enigmy čtvrtý rotor a nový systém se nedařilo prolomit až do října 1942. Spojencům se však podařilo ve Středomoří dostat na německou ponorku U-559 a než se potopila, získali z ní kódové knihy k Enigmě. Informace z číselníků, instrukcí a seznamů klíčů Enigmy pak napomohly k úspěšnému dešifrování německých zpráv po celý zbytek války. [2] Tento zlomový okamžik nakonec pomohl i k vítězství Spojenců ve válce.

### Programovací jazyk C#

C# je označení pro je vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk vyvinutý firmou Microsoft zároveň s platformou .NET Framework. Microsoft založil C# na jazycích C++ a Java, syntaxi čerpá z jazyka C. Tento program lze využít k tvorbě databázových programů, webových aplikací a stránek, webových služeb, formulářových aplikací ve Windows, softwaru pro mobilní zařízení (PDA a mobilní telefony) atd. Nejnovější verze C# byla uvedena v listopadu 2022 pod označením C# 11. [6]

### Microsoft Visual Studio 2022

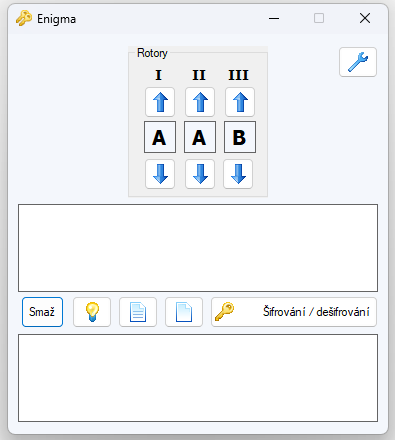
Microsoft Visual Studio je vývojové prostředí (IDE) od Microsoftu. Může být použito pro vývoj konzolových aplikací a aplikací s grafickým rozhraním spolu s aplikacemi Windows Forms, webovými stránkami, webovými aplikacemi a webovými službami jak ve strojovém kódu, tak v řízeném kódu na platformách Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET, .NET Compact Framework a Microsoft Silverlight. [7] Aktuálně je na trhu Visual Studio 2022. Tato verze je oproti předchozím velmi inovativní, protože při dokončování kódu využívá umělou inteligenci. V reálném čase spolupracuje se sdílenými relacemi kódování. [8]

# Praktická část

V této části práce bude popsáno, jak byl vytvořen šifrovací program, který je založen na základních principech fungování šifrovacího stroje Enigma. Uživatel tohoto programu bude mít možnost využít přednastavené tři roty nebo vybrat jiné tři z pěti možných dle vlastního uvážení, může si volit jejich pořadí a dále zvolit použitý reflektor sloužící k dalšímu znemožnění rozšifrovaní textu. Pro lepší uživatelské využití je součástí programu také možnost načíst text, který potřebujeme zašifrovat z nějakého textové souboru a následně text do textového souboru uložit pro další využití.

## Výchozí formulář

Šifrovací program vycházející z fungování klasické Enigmy byl vytvořen pomocí programovacího jazyka C# a grafické rozhraní pomocí knihovny tříd Windows Forms. Pro spuštění programu stačí spustit soubor ROP.exe.

**

*Obrázek 4 - Celkový vzhled programu*

Základní formulář programu tvoří čtyři části.

První část obsahuje groupBox. Jeho původním smyslem bylo využití pouze pro lepší manipulaci se všemi ovládacími prvky rotorů současně. Pro lepší přehlednost a vizualizaci zůstal nakonec součástí uživatelského rozhraní programu.

Vlastní GroupBox obsahuje dvě řady labelů. První staticky ukazuje, který rotor je použit na dané pozici a druhý se dynamicky mění po každém otočení rotoru. Proti klasické Enigmě pozice každého z rotorů není určena číslicí od 1 do 26, ale velkým písmenem abecedy. Dále se zde nachází šest tlačítek označených šipkami. Ty umožňují manuální posun každého rotoru na žádanou pozici. Posun může být proveden oběma směry po jednotlivých krocích.

V pravém horním rohu formuláře je umístěno tlačítko, pomocí něhož se otevře nový formulář, který obsahuje prvky pro další nastavení šifrovacího programu.

Spodní část formuláře tvoří dva víceřádkové textBoxy. Do horního uživatel zapisuje text určený k zašifrování. Program šifruje jednotlivá písmena po jejich vepsání. Dochází k otáčení rotorů a vizuálně se to projeví změnou písmena u příslušného rotoru v labelu v GroupBoxu. Zašifrovaný text se současně vypisuje ve spodním textBoxu.

Obsah obrázku text

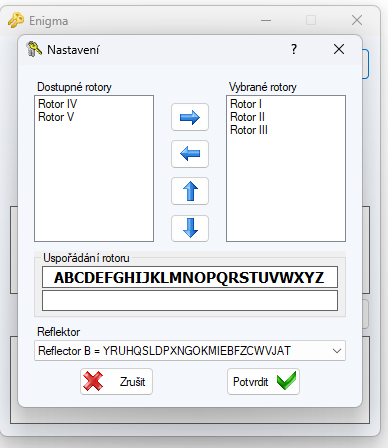
Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 5 - Kód volaný po vepsání písmene*

Střední část formuláře, mezi textBoxy, obsahuje pět dalších tlačítek. První z nich maže oba textBoxy, aby byly připraveny pro další použití. Druhé tlačítko otevře formulář, který zobrazí základní informace o stroji Enigma. Třetí umožňuje vložení textu ze souboru, který program následně bez dalšího zašifruje. Pomocí čtvrtého tlačítka lze nahrát výsledný text do souboru. Je-li vložen do textového pole delší text, tzn. Není ručně vypsán, pomocí posledního tlačítka se hned zobrazí zašifrovaný jako celek.

## Možnosti nastavení programu

Uživatelské nastavení šifrovacího programu umožňuje tlačítko se symbolem klíče umístěné v pravé horní části formuláře. Po jeho stisknutí se uživateli zobrazí nový formulář, který mu umožní vlastní nastavení rotorů Enigmy.



*Obrázek 6 - Formulář pro uživatelské nastavení programu*

Program disponuje celkem pěti rotory, k šifrování využívá právě tři. Rotory lze libovolně volit, včetně jejich pořadí, a to za po pomocí tlačítek se šipkami vpravo-vlevo a nahoru-dolů. Zvolené rotory se zobrazují v pravém listBoxu, Nastavení je nezbytné potvrdit příslušným tlačítkem. Program nedovolí použití jiného počtu rotorů než právě tří.

U rotoru, který se nachází v levém listBoxu, lze v labelu označeném Uspořádání rotoru zjistit, jak bude šifrovat jednotlivá písmena. V horní řadě jsou zapsána písmena v jejich abecedním pořadí, ve spodní řadě pak jakému písmenu odpovídají v šifře za použití konkrétního rotoru.

Původní šifrovací stroj Enigma obsahoval dva reflektory, které měly dále znesnadnit její odhalení. I tento šifrovací program toto umožňuje, když v jeho nastavení lze vybrat Reflektor B nebo Reflektor C. To dále zvyšuje množství šifrovací kombinací.

## Třída rotor

### Vlastnosti rotoru

V této části projektu jsou nadeklarovány všechny vlastnosti a metody rotoru. Každý rotor má tyto vlastnosti:

* layout (proměnná obsahující řetězec rozložení rotoru)
* offset intenger (udává aktuální pozici rotoru, tj. počet jeho otočení)
* previous, next (udává, která instance objektu rotor je předcházející či následující konkrétnímu rotoru)
* lbl (přiradí k rotoru jeho label)
* cIn (vstupní písmeno které se bude šifrovat)
* notchPos (znak pro pomocnou proměnnou, která slouží k otočení následujícího rotoru)

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 7 - Vlastnosti třídy Rotor*

### Metody rotoru

V šifrovacím stroji Enigma dochází k otáčení rotorů po každém stisku klávesy. V kódu programu tento posun zajišťuje **metoda Move**, díky které dochází k posunu rotoru. Je-li rotor na poslední pozici, pomocí této metody se přetočí na pozici první, a pokud za ním následuje další rotor nebo reflektor, tak o jednu pozici posune i rotor následující, příp. posune reflektor. Současně se také změní písmeno v příslušném labelu.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 8 - Metoda Move*

Vlastní šifrování (popsané v části 1.2.1) zajišťují tři metody: PutDataIn, GetInverseCharAt a GetDataOut. Metoda **PutDataIn** vstupní znak – písmeno, zašifruje v prvním směru, tj. od prvního rotoru po reflektor. V metodě **GetDataOut** se provádí šifrování v opačném směru pomocí metody **GetInverseCharAt**. Po provedení všech tří metod je navrácen výsledný charakter.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 9 - Metoda pro vkládání dat*

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 10 - Metoda získání dat z rotoru*

## Hlavní formulář

### Metoda MainFormLoad

Po spuštění .exe souboru se při načtení formuláře vytvoří objekty pro všechny tři rotory a jeden reflektor pomocí metody FormLoad. Současně se v této metodě nastaví nápovědy pro použitá tlačítka.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 11 - Metoda vytváření objektů ve formuláři*

### Metoda pro otevření dalších formulářů

Pro zobrazení dalšího formuláře po stisku tlačítka Nastavení a tlačítka Nápověda je využita funkce ShowDialog.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

Obrázek 12 - Metody pro otevření nových formulářů

### Metody pro šifrování dat

K volání funkcí, které provádí samotné šifrování (popsány v části Metody rotoru) byly použity tři různé způsoby. V prvním případě se šifruje každý **samostatný znak** po jeho zapsání pomocí metody textboxu KeyUp, tzn. po zapsání každého písmene se provedou všechny potřebné metody k jeho zašifrování a připsání v zašifrované podobě do příslušného textboxu.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

Obrázek 13 - Metoda šifrování jedno znaku

Je-li **text** pro šifrování **vložen**, šifruje se po stisknutí tlačítka Šifrování/Dešifrování. Toto je provedeno tak, že se celý řetězec převede na pole znaků, pro každé jednotlivé písmeno se provedou všechny potřebné metody pro jeho zašifrování a výsledek se poté připíše k textu do výsledného pole.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 14 - Metoda šifrování vloženého textu*

Třetí metoda slouží k šifrování textu vloženého ze souboru pomocí FileStream a StreamReader. Funguje stejně jako předchozí způsob šifrování vloženého textu, pouze text není vkládán uživatelem, ale je nahrán do textového pole ze zvoleného textového souboru.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 15 - Šifrování textu vloženého ze souboru*

### Některé další použité metody

* metody volané metodou Click, které při stisknutí tlačítka se šipkou volají metodu pro posunutí rotoru, Move nebo MoveBack
* metoda, jejímž prostřednictvím se ukládají výsledná dat – zašifrovaný text, do zvoleného textového souboru
* metoda k přenastavení aktuálních rotorů na rotory zvolené uživatelem ve formuláři pro nastavení
* metoda pro nastavení reflektoru dle uživatelských požadavků

## Formulář Settings

Jakmile se zobrazí formulář Settings do ArrayListu se načtou všechny rotory, v levém ListBoxu – Dostupné rotory, se zobrazí rotory nepoužité a v pravém ListBoxu – Vybrané rotory, ty, které budou použity pro aktuální šifrování. Souběžně se vytvoří nápovědy k šipkám, které slouží k výběru rotorů.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 16 - Nastavení posuvných šipek*

Ve vytvořeném kódu je ošetřeno, aby byly vybrány právě tři rotory, jiné nastavení systém uživateli nedovolí. Formulář Settings také umožňuje volbu reflektoru a jeho přidání do kódovacího systému. Zvolené nastavení uživatel uloží stiskem tlačítka Potvrdit. Toto tlačítko po svém stisknutí volá funkce z formuláře MainForm a zavře formulář Settings.

## Formulář About

Tento formulář zobrazuje základní informace o šifrovacím stroji Enigma. Obsahuje jediné tlačítko, které slouží k zavření formuláře.

Obsah obrázku text

Popis byl vytvořen automaticky

*Obrázek 17 - Formulář About*

ZÁVĚR

Domnívám se, že zadání ročníkového projektu bylo splněno. Za využití informací o šifrovacím stroji, který používala německá armáda ve 2. světové válce, byl vytvořen za pomoci programovacího jazyka C# a vývojového prostředí Microsoft Visual Studio program, který dokáže šifrovat zadaný text obdobným způsobem jako Enigma.

I v něm byly použity výměnné otočné rotory, které jsou vzájemně propojeny a jejichž způsob výchozího nastavení není snadné odhalit a text dešifrovat. Mechanické součástky stroje nahradily metody a funkce použitého programovacího jazyka, které jsou schopny sofistikovaným způsobem simulovat reálné fungování mechanického šifrovacího zařízení.

Uživatel programu je velmi dobře a jednoduše schopen nastavit si „svoji Enigmu“ tak, jak potřebuje a vizuálně může „kontrolovat“ správné otáčení a fungování jejich rotorů. Pro větší pohodlí při šifrování má k dispozici i několik různých způsobů šifrování – po jednotlivých písmenech, vložením celého textu nebo výběrem textu ze souboru. Příjemce textu za užití tohoto programu, při znalosti výchozího nastavení šifrovacího stroje dokáže snadno zašifrovanou zprávu rozluštit.

Při vytváření programu jsem narazil na dva problémy. První komplikací bylo zajištění posunu následujícího rotoru v případě, že předchozí se dostal na poslední pozici. Toto jsem vyřešil přidáním pomocné proměnné. Druhý problém pak představovalo nahrání nastavení rotorů z nastavovacího formuláře do hlavního formuláře. To jsem nakonec provedl tak, že jsem v nastavovacím formuláři inicializoval hlavní formulář.

Vytvořený program lze velmi dobře využít pro běžné šifrování sdělení mezi laickými uživateli, bez obav ze snadného odhalení pravého významu posílaných zpráv. Jediným předpokladem pro snadné používání je přitom stejně jako u původní Enigmy znalost nastavení šifrovacího stroje na začátku šifrování.

# SEZNAM LITERATURY

1. Co je to Kryptografie? [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://it-slovnik.cz/pojem/kryptografie.
2. MICHÁLEK, Tomáš. 100+1 ZAHRANIČNÍCH ZAJÍMAVOSTÍ. Prolomení kódu Enigma pomohlo zkrátit druhou světovou válku o dva roky [online]. 22.9.2018. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://www.stoplusjednicka.cz/prolomeni-kodu-enigma-pomohlo-zkratit-druhou-svetovou-valku-o-dva-roky.
3. Flaw in the Enigma Code - Numberphile. In: YouTube [online]. 14.1.2013 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://youtu.be/V4V2bpZlqx8. Kanál uživatele Numberphile.
4. Od CAESARA až po ENIGMU/História šifrovania alebo KRYPTOGRAFIE. In: YouTube [online]. 16.3.2022 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Yd3_TtXgmtg>. Kanál uživatele Dejepis inak.
5. 158,962,555,217,826,360,000 (Enigma Machine) - Numberphile. In: YouTube [online]. 10.1.2013 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://youtu.be/G2\_Q9FoD-oQ. Kanál uživatele Numberphile.
6. C Sharp. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francis-co (CA): Wikimedia Foundation. 11.2.2023 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/C\_Sharp.
7. Microsoft Visual Studio. In: Wikipedia: the free encyclopedia [onli-ne]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. 31.1.2023 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft\_Visual\_Studio.
8. Piště kód rychleji. Pracujte efektivněji.: Vytvářejte budoucnost s Visual Studio 2022 [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://visualstudio.microsoft.com/cs/vs/.

# SEZNAM OBRÁZKŮ

[*Obrázek 1 - Standardní trojrotorová Enigma, zdroj: https://www.volty.cz/files/uploads/2018/09/enigma-1026x1200.jpg* 9](#_Toc129893040)

[*Obrázek 2 - Zapojení Enigmy ukazující tok proudu, zdroj https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/53/Enigma\_wiring\_kleur.svg/220px-nigma\_wiring\_kleur.svg.png* 11](#_Toc129893041)

[*Obrázek 3 - Rozpis měsíčního nastavení přístroje Enigma, zdroj https://hackaday.com/wp-cotent/uploads/2017/08/enigma\_keylist\_3\_rotor.jpg* 12](#_Toc129893042)

[*Obrázek 4 - Celkový vzhled programu* 15](#_Toc129893043)

[*Obrázek 5 - Kód volaný po vepsání písmene* 16](#_Toc129893044)

[*Obrázek 6 - Formulář pro uživatelské nastavení programu* 17](#_Toc129893045)

[*Obrázek 7 - Vlastnosti třídy Rotor* 19](#_Toc129893046)

[*Obrázek 8 - Metoda Move* 19](#_Toc129893047)

[*Obrázek 9 - Metoda pro vkládání dat* 20](#_Toc129893048)

[*Obrázek 10 - Metoda získání dat z rotoru* 20](#_Toc129893049)

[*Obrázek 11 - Metoda vytváření objektů ve formuláři* 21](#_Toc129893050)

[Obrázek 12 - Metody pro otevření nových formulářů 22](#_Toc129893051)

[Obrázek 13 - Metoda šifrování jedno znaku 22](#_Toc129893052)

[*Obrázek 14 - Metoda šifrování vloženého textu* 23](#_Toc129893053)

[*Obrázek 15 - Šifrování textu vloženého ze souboru* 23](#_Toc129893054)

[*Obrázek 16 - Nastavení posuvných šipek* 24](#_Toc129893055)

[*Obrázek 17 - Formulář About* 25](#_Toc129893056)

# SEZNAM ZKRATEK

# SEZNAM PŘÍLOH