

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 1 matematika a statistika

Matematický model chování RC článku

Autor: Michal Dvořák

Škola: Střední škola spojů a informatiky Tábor

Bydlinského 2474

390 11 Tábor

Kraj: Jihočeský kraj

Konzultanti: Mgr. Jiřina Bartoňová, Ing. Vladimír Čebiš

Tábor 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Táboře dne podpis:.....

Poděkování

Děkuji Mgr. Jiřině Bartoňové a Ing. Vladimíru Čebišovi
za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytovali.

ANOTACE

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci s názvem Kalk fp pro výpočet a grafické zobrazení matematického modelu fázového posunu v obvodu střídavého napětí RC.

Klíčová slova :

SOČ, matematický model, jednotka, trojúhelník, sinusoida, posun, programování, C#, napětí, frekvence, odpor, kapacita, RC článek, Pythagorova věta

OBSAH

	Strana
Úvod	
1. Představení vývojového prostředí Microsoft Visual Studio Community 2015	7
1.2 Visual Studio	7
1.3 Informace o programovacím jazyku C#	7
2. Grafické rozhraní aplikace	8
3. Matematický model chování RC článku	9
3.1 RC článek	9
3.2 Impedance	10
3.3 Poměry napětí	11
3.4 Poměry výkonu	12
3.5 Sinusoidy	13
3.5.1 Část zdrojového kódu k vykreslování sinusoid.	14
3.6 Jednotka	14
Závěr	
Zdroje	
Příloha	

Úvod

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci, která by názorně prezentovala matematický model chování RC článku. Na nápad vytvořit podobnou aplikaci jsem přišel při hodinách základů elektrotechniky, kde jsme se zabývali tvorbou elektronických obvodů. Pro simulaci chování obvodů jsme používali program Multisim. Protože se jedná o zpoplatněný software, snažil jsem se ve své práci vytvořit simulátor chování RC, na kterém by bylo možné studentům vysvětlit fázový posun napětí a proudu v sériovém obvodu střídavého napětí RC.

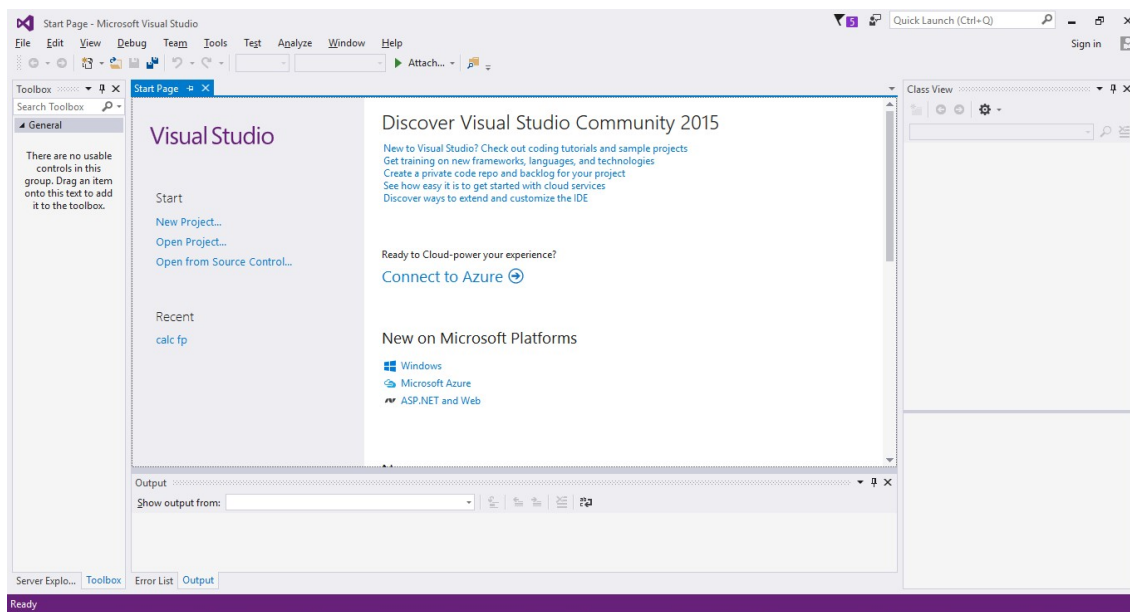
Jako prostředek pro vytvoření této aplikace jsem si vybral objektově orientovaný programovací jazyk C# a vývojové prostředí Visual Studio.

1. Představení vývojového prostředí Microsoft Visual Studio Community 2015

1.1 Visual Studio

Bohaté integrované vývojové prostředí, se kterým můžete vytvářet úžasné aplikace pro Windows, Android a iOS i moderní webové aplikace a cloudové služby.

www.visualstudio.com



Obr. 1 – vývojové prostředí

1.2 Informace o programovacím jazyku C#

*C# (vyslovované anglicky jako **C Sharp**, /si: ʃa.p/, doslova to označuje notu cis) je vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk vyvinutý firmou Microsoft zároveň s platformou .NET Framework, později schválený standardizačními komisemi ECMA (ECMA-334) a ISO (ISO/IEC 23270). Microsoft založil C# na jazycích C++ a Java (a je tedy nepřímým potomkem jazyka C, ze kterého čerpá syntaxi).*

C# 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.

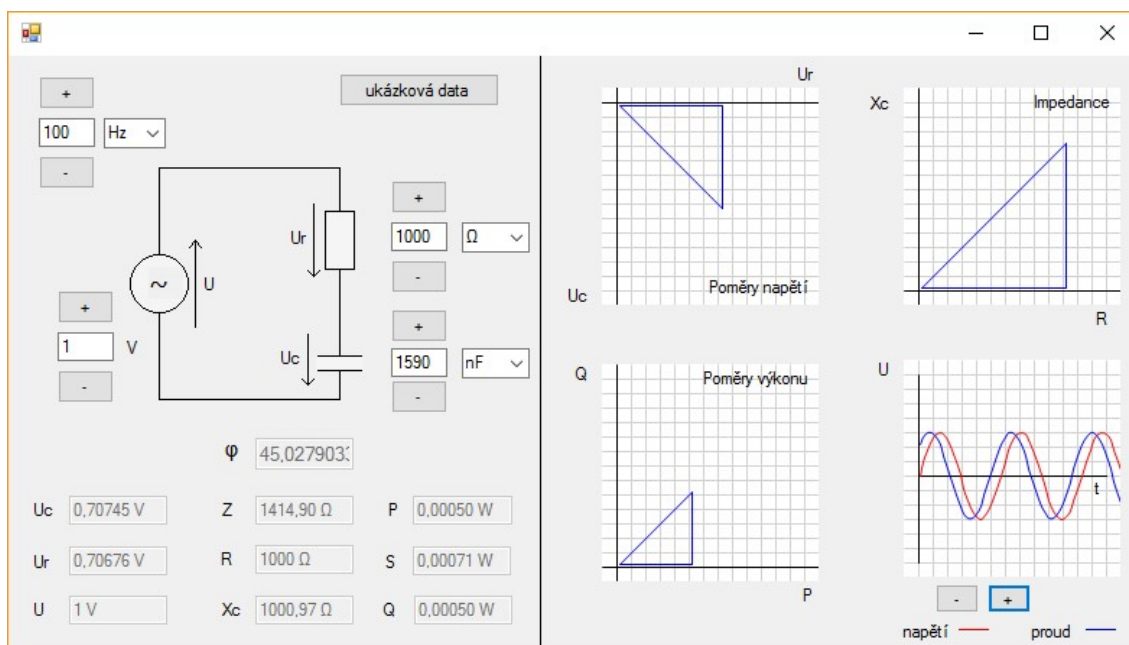
www.wikipedia.org

2. Grafické rozhraní aplikace

Grafické prostředí programu je rozděleno na pravou grafickou a levou schematickou část.

V levé části se nalézá schéma elektronického obvodu s doplnitelnými textovými poli pro jednotlivé hodnoty parametrů obvodu, s tlačítky (+ a -), které zvyšují a snižují hodnotu zadaného čísla a comboBoxy, ve kterých se vybírají jednotky k zadávaným parametrům. V pravém horním rohu se nalézá ovládací prvek - tlačítko „ukázková data“, sloužící k vzorovému výpočtu s předem určenými hodnotami, které automaticky doplní do polí a comboBoxů. Ve spodní části se nachází popsaná pole, ve kterých jsou zobrazovány výsledky výpočtu programu.

Pravá část okna je rozdělena do kvadrantů, ve kterých se vždy nalézá jeden Panel, jenž zobrazuje poměry jednotlivých veličin na určitých prvcích obvodu nebo posun napětí vůči proudu na dvou sinusoidách (viz 4. kvadrant). Ve čtvrtém kvadrantu jsou dále dvě tlačítka (+ a -), tato tlačítka mění velikost jednotky na ose času v grafu sinusoid.



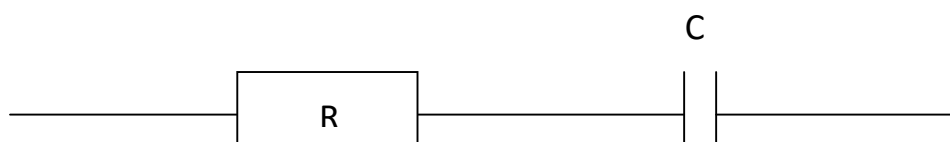
Obr. 2 - Grafické rozhraní aplikace

3. Matematický model chování RC článku

3.1 RC článek

RC článek je v našem případě složený sériový článek v obvodu střídavého napětí, který je složen z jednoho kondenzátoru a jednoho rezistoru. Název článku je odvozen od anglických názvů vlastností daných součástek :

rezistor – odpor (**R**esistance) a kondenzátor – kapacita (**C**apacitance)



Obr. 3 – RC článek

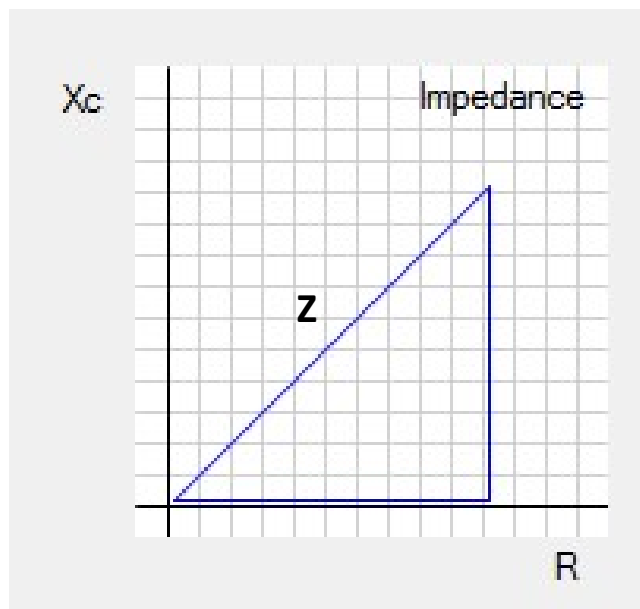
3.2 Impedance

Impedance je fyzikální veličina vyjádřená komplexním číslem (obsahuje reálnou a imaginární složku) popisující zdánlivý odpor součástky a fázový posuv napětí proti proudu při průchodu harmonického střídavého elektrického proudu dané frekvence. Podobně jako elektrický odpor charakterizuje vlastnosti prvku pro stejnosměrný proud, impedance charakterizuje vlastnosti prvku pro střídavý proud. Impedance je základní vlastností, kterou potřebujeme znát pro analýzu střídavých elektrických obvodů.

www.wikipedia.org

V našem případě reálnou složku vyjadřuje zadávaná hodnota R a imaginární složku počítaná hodnota Xc. Impedanci nám vyjadřuje přepona trojúhelníku RXcZ. Veličinu R zadáváme jako vstupní veličinu. Impedanci Z zde počítáme pomocí Pythagorovy věty.

```
Xc = (1 / (2 * Math.PI * f * C));  
Z = Math.Sqrt(Math.Pow(R, 2) + Math.Pow(Xc, 2));
```

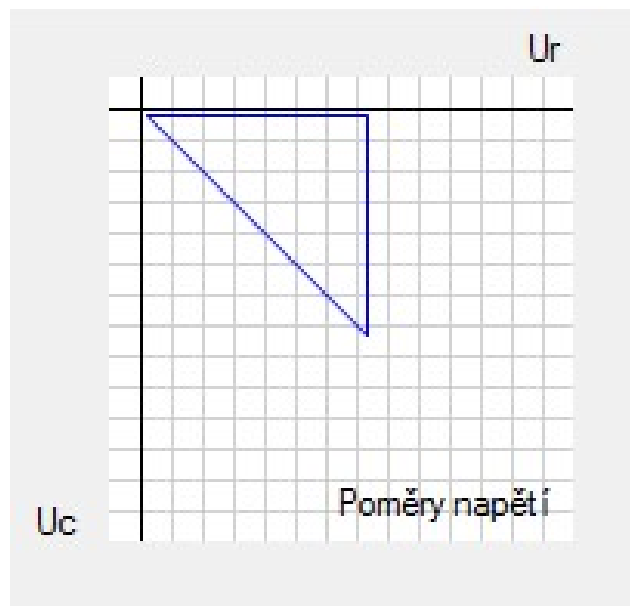


Obr. 4 – Panel impedance

3.3 Poměry napětí

V poli Poměry napětí se zobrazuje poměr napětí na jednotlivých částech obvodu pomocí odvěsen vzniklého pravoúhlého trojúhelníku. V ose U_r je znázorněno napětí na rezistoru a v ose U_c je znázorněno napětí na kondenzátoru. Na přeponě je znázorněna velikost celkového napětí U v obvodu.

$$I = U / Z;$$
$$U_c = X_c * I;$$
$$U_r = R * I;$$

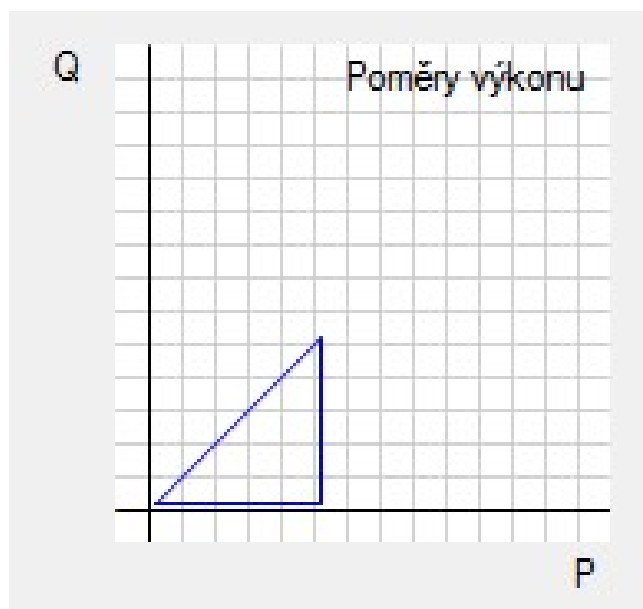


Obr. 5 – Panel poměry napětí

3.4 Poměry výkonů

Třetí kvadrant nám zobrazuje poměry výkonu v obvodu. Na grafu je viditelný poměr třech hodnot výkonu. Výkon jalový - Q, zdánlivý – S a činný – P. Činný výkon znázorněný v ose Q a jalový výkon znázorněný v ose P, prezentují odvěsny pravoúhlého trojúhelníku a výkon zdánlivý znázorňuje přepona trojúhelníku.

$$\begin{aligned}Q &= (U * U * R) / (Z * Z); \\P &= (U * U * X_c) / (Z * Z); \\S &= U * I;\end{aligned}$$

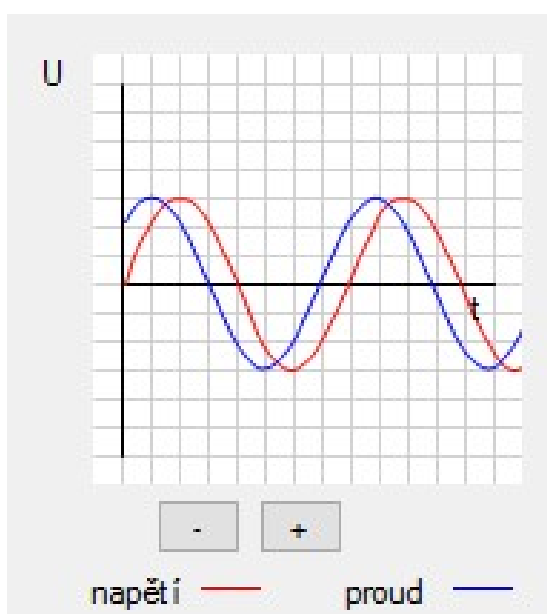


Obr. 6 – Panel poměry výkonu

3.5 Sinusoidy

V poli pro vykreslení fázového posunu na sinusoidách proudu a napětí se vykreslují sinusoidy obou veličin. Posun sinusoid se vykresluje v závislosti na úhlu φ vznikajícím v trojúhelníku poměrů napětí z druhého kvadrantu.

Pro vykreslování sinusoidy metodou `DrawCurve()` je potřeba vytvořit pole bodů. Souřadnice bodů v poli jsou v pixelech vzhledem k souřadnicím panelu. Při výpočtu musíme nejprve určit bod v souřadnicích vzhledem k soustavě souřadné sinusoidy a poté převést na pixely.



Obr. 7 – Panel sinusoidy

3.5.1 Část zdrojového kódu k vykreslování sinusoid.

```
double x = 0;
double y;
int xpx, ypx;
for (int index = 0; index <= 1000; index++)
{
    y = U * Math.Sin(f * x);
    xpx = (int)(11 + x * jednotkaX);
    ypx = (int)(80 - y * jednotkaY);
    Point bod = new Point(xpx, ypx);
    body[index] = bod;
    x += 0.001 * Math.PI;
}
kp.DrawCurve(Pens.Red, body);

p = Uc / Ur;
posun = Math.Atan(p);
fí = posun / Math.PI * 180;

Point[] body1 = new Point[1001];

double x1 = 0;
double y1;
int xpx1, ypx1;
for (int index = 0; index <= 1000; index++)
{
    y1 = U * Math.Sin(f * x1 + posun);
    xpx1 = (int)(11 + x1 * jednotkaX);
    ypx1 = (int)(80 - y1 * jednotkaY);
    Point bod1 = new Point(xpx1, ypx1);
    body1[index] = bod1;
    x1 += 0.001 * Math.PI;
}
```

3. 6 Jednotka

V celé aplikaci jsem se zabýval problémem vykreslování trojúhelníků a sinusoid, jejich velikost vykreslení v panelech mněním pomocí násobící jednotky. U sinusoidy jsem nechal nastavení velikosti jednotky času na uživateli. U trojúhelníků jsem vytvořil vlastní jednoduchý algoritmus pro automatické stanovení násobící jednotky.

```
while (v > 110)
{
    jednotka *= 10;
    v /= 10;
}
```

Závěr

Mým cílem bylo vytvořit aplikaci, která by byla částečnou alternativou za zpoplatněný software Multisim..

Do aplikace jsem zahrnul všechny části, které jsem plánoval. Během tvorby aplikace jsem postupně nacházel problémy, které jsem musel řešit kompromisem a částečně slevit ze svých původních požadavků, například u rozsahu zadávaných dat. Zde vidím prostor pro další vylepšení a rozšíření schopností aplikace.

Zdroje

www.wikipedia.org

www.visualstudio.com

msdn.microsoft.com

ODVÁRKO, Oldřich. Matematika pro gymnázia, Goniometrie. Prometheus, 1994.
ISBN 80-85-849-57-7

CALDA, Emil. Matematika pro gymnázia, Komplexní čísla. Prometheus, 2008.
ISBN 978-80-7196-364-6

BLAHOVEC, Antonín. Elektrotechnika II. Informatorium, 2003. ISBN 80-7333-013-X

Příloha

Obsah vloženého CD

- Text práce ve formátu PDF.
- Složka s kompletním zdrojovým kódem aplikace.
- Samostatně spustitelná aplikace Kalk fp