

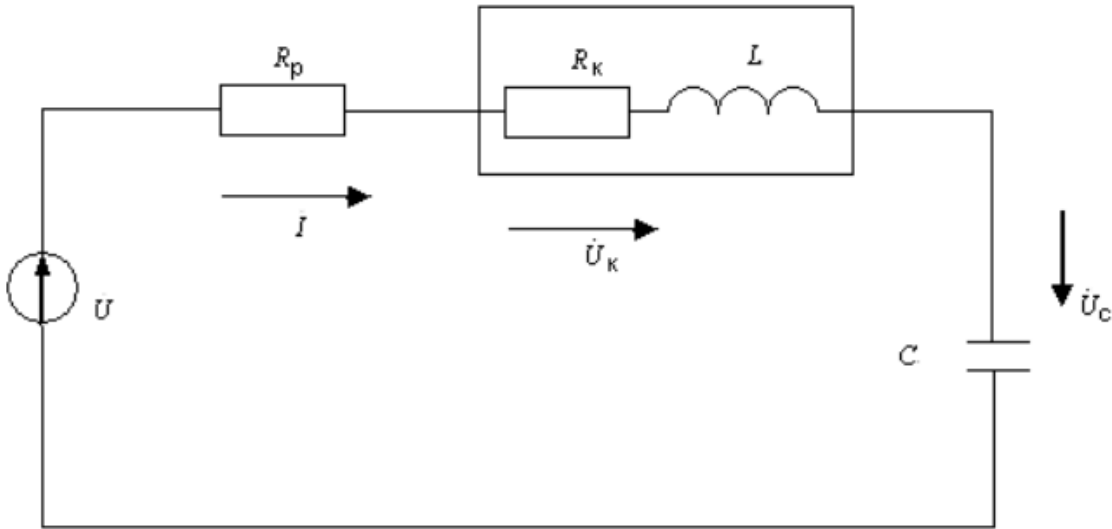
Лабораторная работа №3

Исследование резонанса напряжений

Цель работы:

Получение навыков экспериментального исследования цепей однофазного синусоидального тока.

Ответы на вопросы подготовки:



Теоретический расчет:

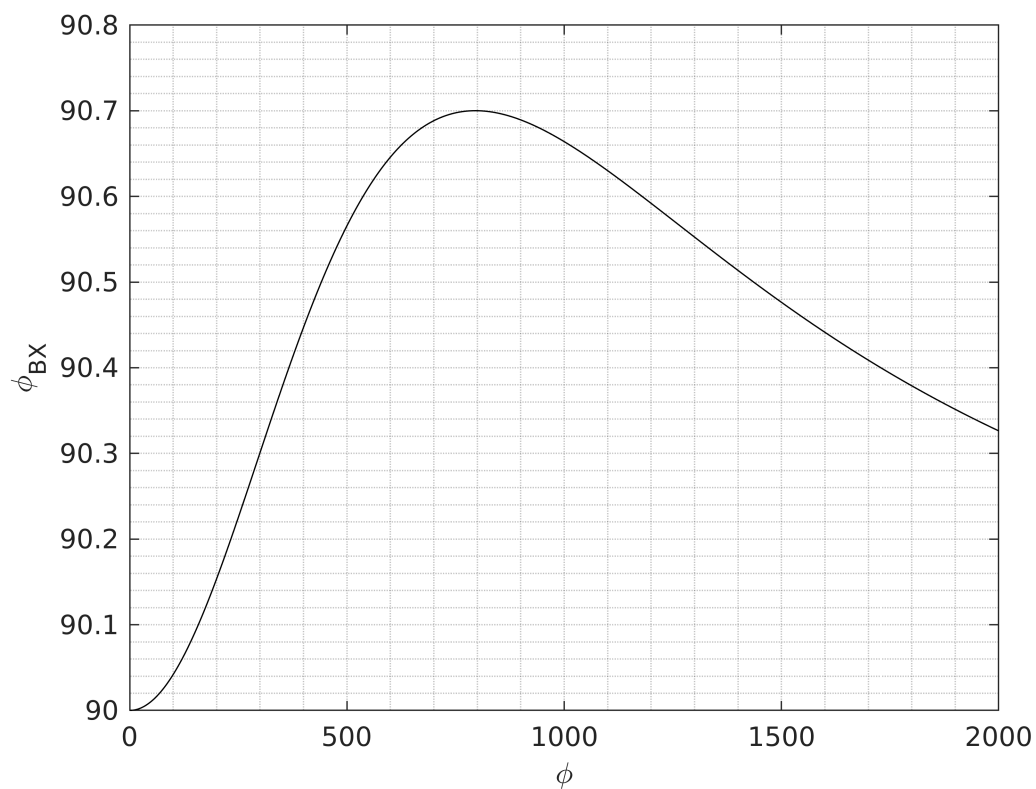
```
R_K = 2;  
L = 20e-3;  
C = 2e-6;  
U = 3;  
fi = [0:2000];
```

Для $Q=2.5$

```
Q = 2.5;  
R_P = sqrt(L/C)/Q;  
omeg = 2.*pi.*fi;  
X_L = R_K + i.*L.*omeg;  
X_C = 1./(i.*C.*omeg);  
Z = X_C + X_L + R_P;  
I = U./Z;  
U_L = X_L.*I;  
U_C = X_C.*I;  
U_P = R_P.*I;
```

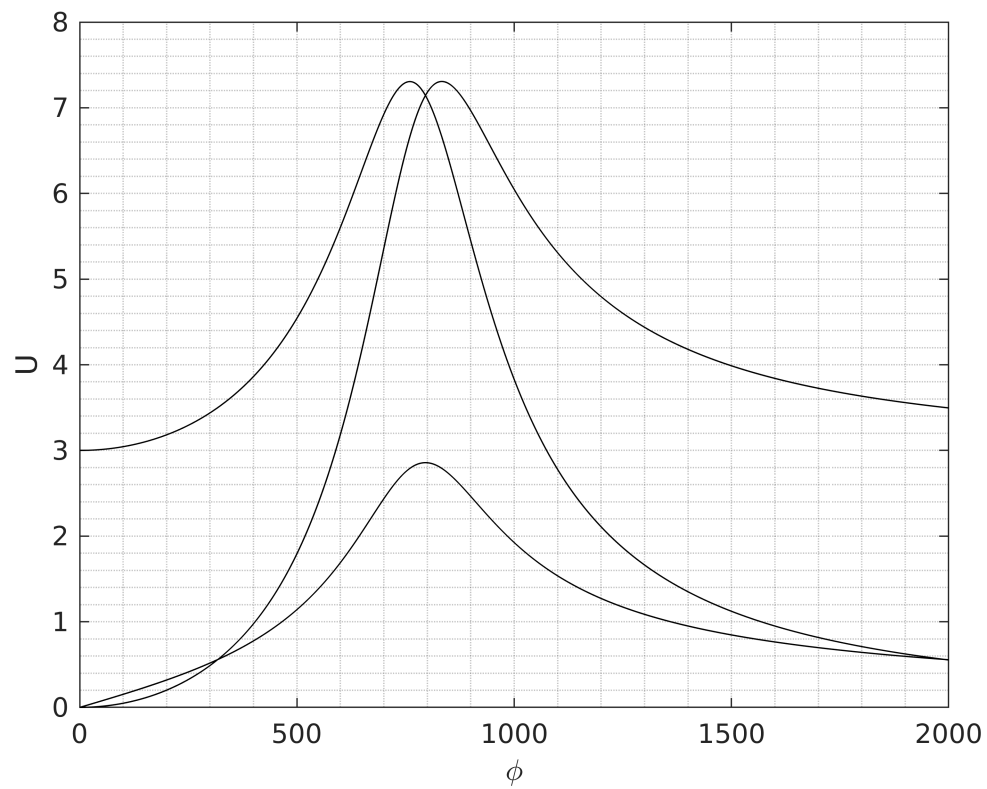
Расчет и построение графика зависимости угла ϕ_{BX} от частоты

```
fi_BX = atand((U_L-U_C)./((R_P+R_K).*I));  
plot(fi,abs(fi_BX),'k-')  
xlabel('\phi');  
ylabel('\phi_{B_X}');  
grid minor;  
hold off;
```



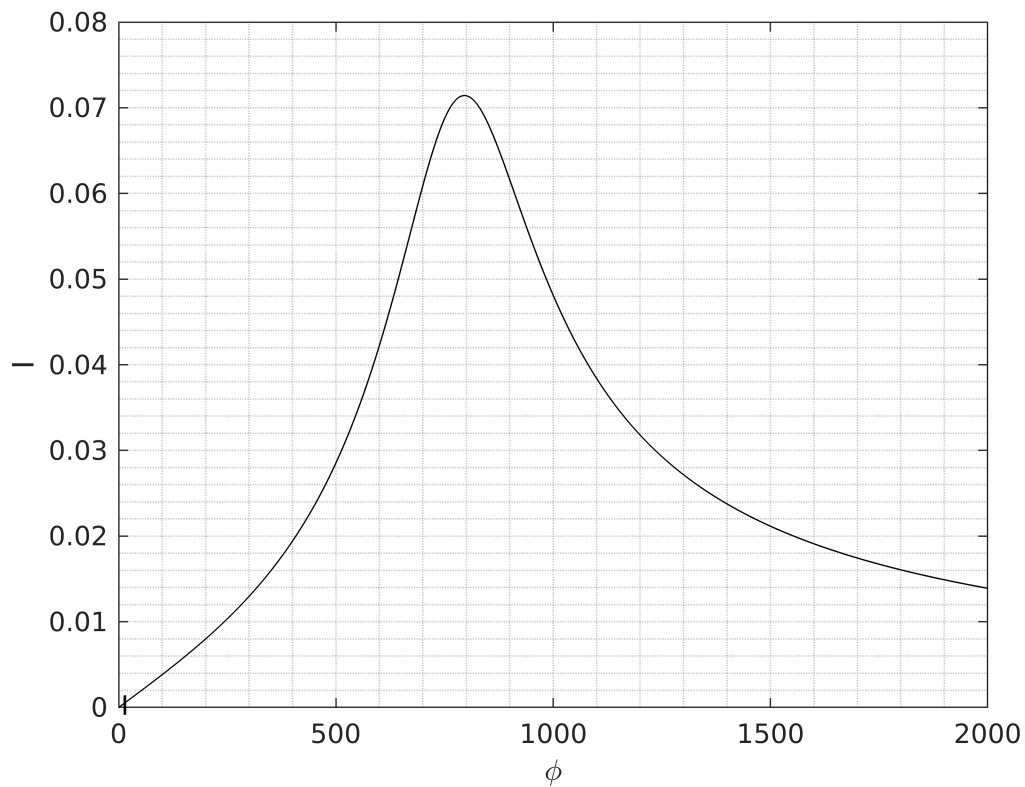
Построение графика зависимости напряжения от частоты

```
plot(fi,abs(U_L),'k-')  
hold on;  
plot(fi,abs(U_C),'k-')  
hold on;  
plot(fi,abs(U_P),'k-')  
xlabel('\phi');  
ylabel('U');  
grid minor;  
hold off;
```



Построение графика зависимости тока от частоты

```
plot(fi,abs(I),'k-')
grid minor;
xlabel('\phi');
ylabel('I');
text(fi(6),abs(I(6))+abs(I(6))*0.1,'I');
```

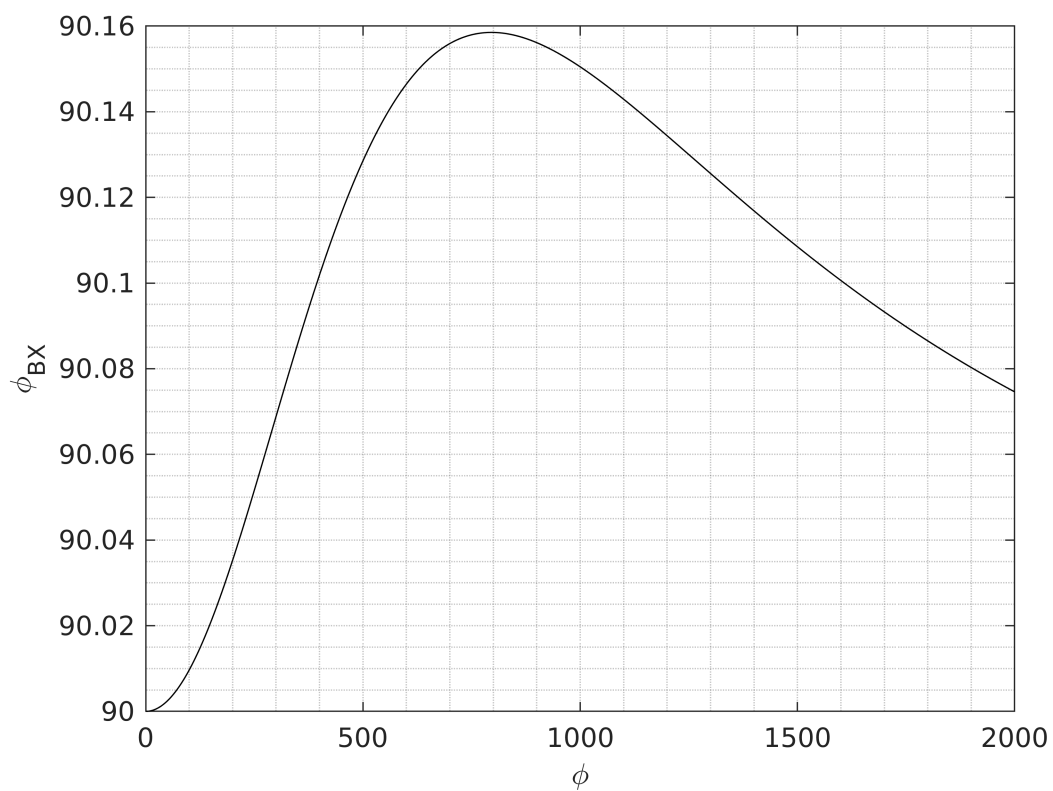


Для $Q=5$

```
Q = 5;
R_P = sqrt(L/C)/Q;
omeg = 2.*pi.*fi;
X_L = R_K+i.*L.*omeg;
X_C = 1./(i.*C.*omeg);
Z = X_C+X_L+R_P;
I = U./Z;
U_L = X_L.*I;
U_C = X_C.*I;
U_P = R_P.*I;
```

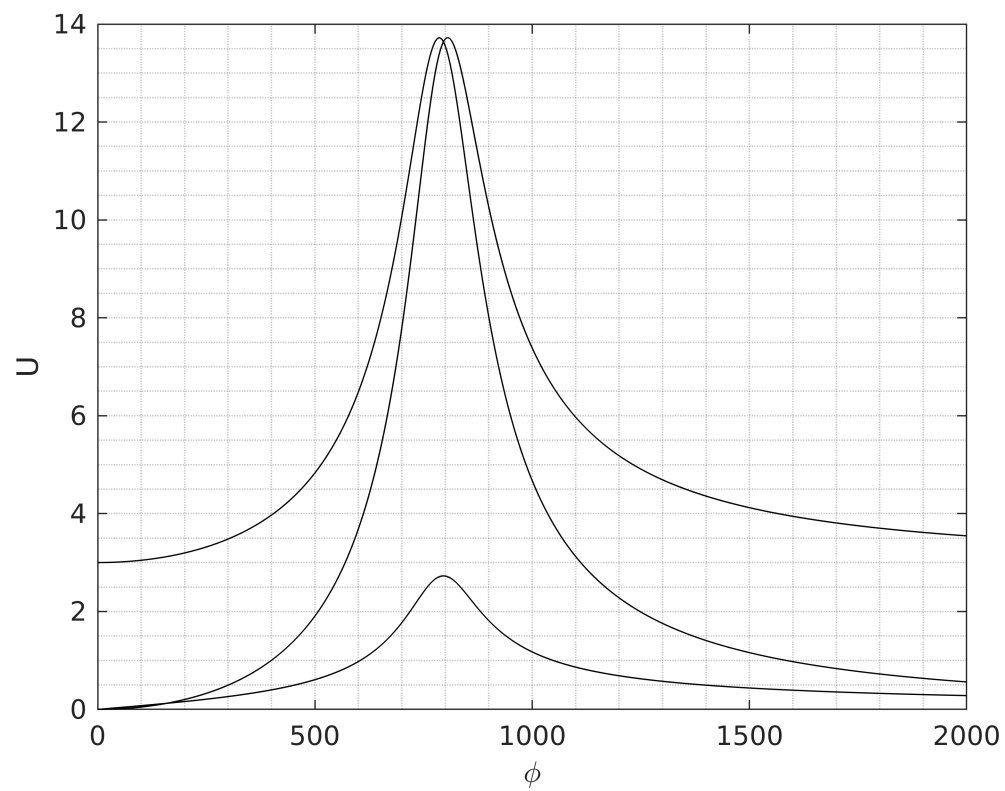
Расчет и построение графика зависимости угла ϕ_{BX} от частоты

```
fi_BX = atand((U_L-U_C)./((R_P+R_K).*I));
plot(fi,abs(fi_BX),'k-')
xlabel('\phi');
ylabel('\phi_{B_X}');
grid minor;
```



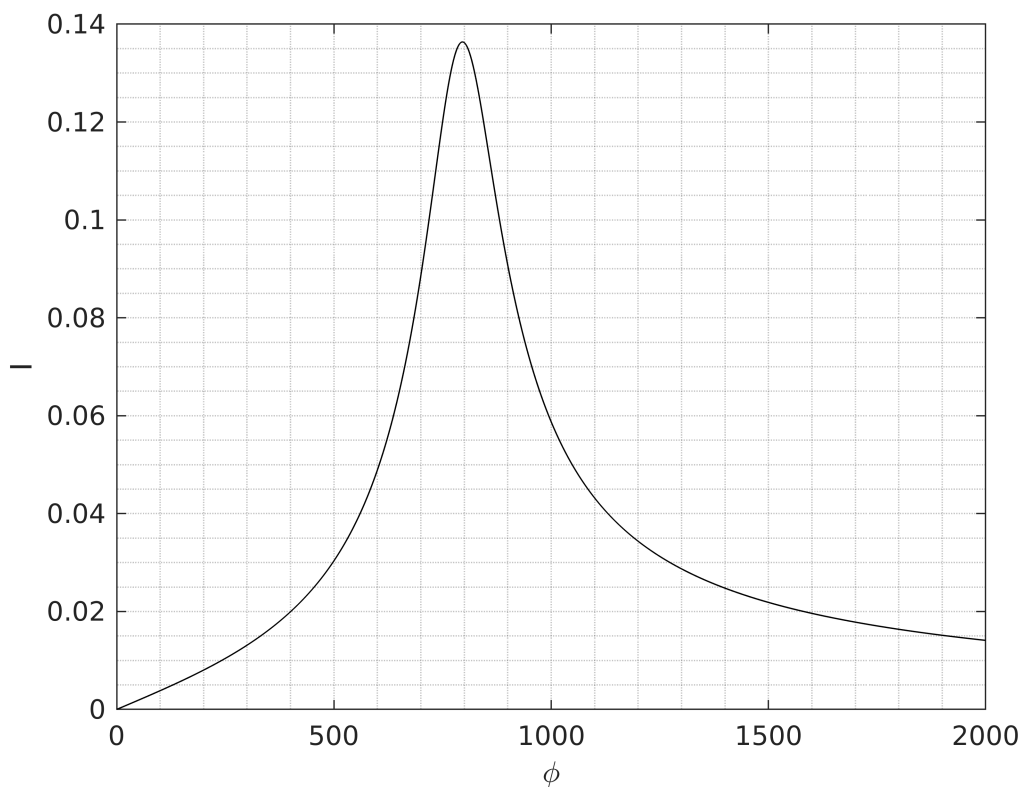
Построение графика зависимости напряжения от частоты

```
plot(fi,abs(U_L),'k-')
hold on;
plot(fi,abs(U_C),'k-')
hold on;
plot(fi,abs(U_P),'k-')
xlabel('\phi');
ylabel('U');
grid minor;
hold off;
```



Построение графика зависимости тока от частоты

```
plot(fi,abs(I),'k-')
grid minor;
xlabel('\phi');
ylabel('I');
```



Оформление результатов работы:

Результаты измерений:

```
R_K = 2;
U = 3;
```

При $Q = 2.5$

```
Q_1 = table(...
    [100;310;509;650;801;1538;4013],...
    [0.16;0.57;1.4;2;1.6;0.56;0.2],...
    [3.11;3.72;5.5;6.12;4.04;0.74;0.1],...
    [0;0.75;3.2;5.75;5.8;3.63;3.1],...
    [0;0.75;3.2;5.75;5.8;3.63;3.1],...
    [-87;-78;-58;-10;46;78;86],...
    [4e-3;14.6e-3;35.9e-3;51e-3;41.15e-3;14.45e-3;5.3e-3],...
    'VariableNames',{'fi','U_R','U_C','U_K','U_L','fi_BX','I'})
```

Q_1 = 7×7 table

	fi	U_R	U_C	U_K	U_L	fi_BX
1	100	0.1600	3.1100	0	0	-87

...

	fi	U_R	U_C	U_K	U_L	fi_BX
2	310	0.5700	3.7200	0.7500	0.7500	-78
3	509	1.4000	5.5000	3.2000	3.2000	-58
4	650	2.0000	6.1200	5.7500	5.7500	-10
5	801	1.6000	4.0400	5.8000	5.8000	46
6	1538	0.5600	0.7400	3.6300	3.6300	78
7	4013	0.2000	0.1000	3.1000	3.1000	86

При $Q = 5$

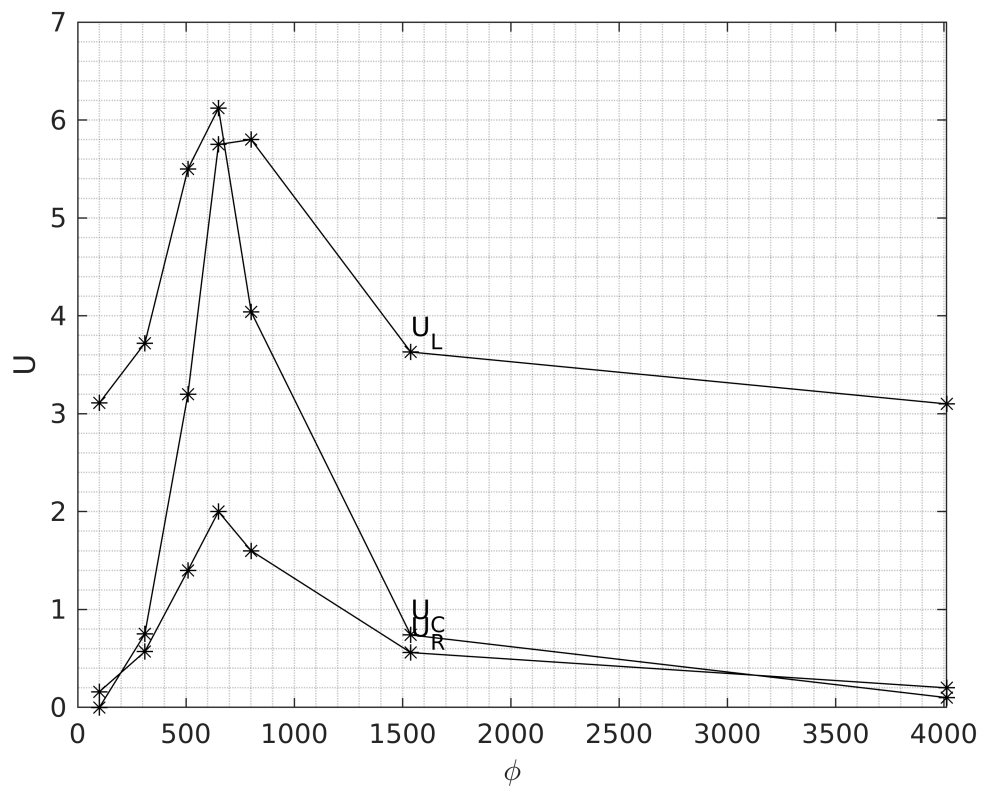
```
Q_2 = table(...
    [100;310;509;605;801;1538;4013],...
    [3.96e-3;14.1e-3;38e-3;67.4e-3;60.2e-3;15.1e-3;5.2e-3],...
    'VariableNames',{'fi' 'I'}...
)
```

Q_2 = 7×2 table

	fi	I
1	100	0.0040
2	310	0.0141
3	509	0.0380
4	605	0.0674
5	801	0.0602
6	1538	0.0151
7	4013	0.0052

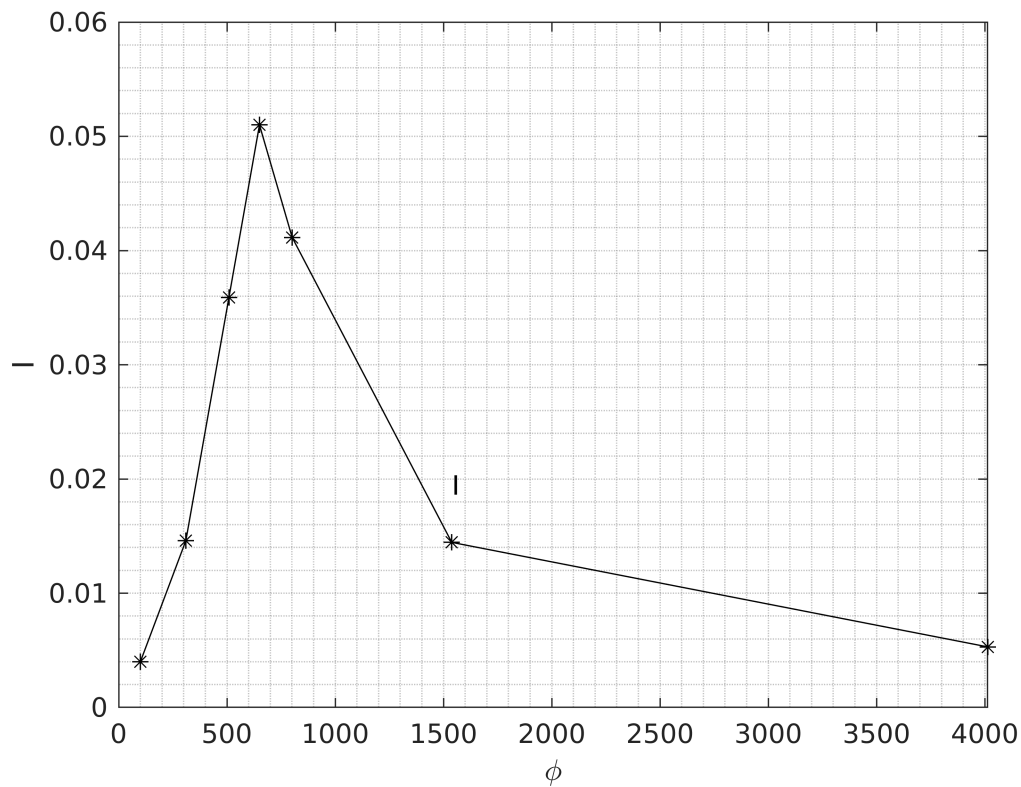
1 По экспериментальным данным таблицы построить резонансные кривы

```
plot(Q_1{:, 'fi'}, Q_1{:, 'U_L'}, 'k-*')
text(Q_1{6, 'fi'}+.2, Q_1{6, 'U_L'}+.2, 'U_L');
hold on;
plot(Q_1{:, 'fi'}, Q_1{:, 'U_C'}, 'k-*')
text(Q_1{6, 'fi'}+.2, Q_1{6, 'U_C'}+.2, 'U_C');
hold on;
plot(Q_1{:, 'fi'}, Q_1{:, 'U_R'}, 'k-*')
text(Q_1{6, 'fi'}+.2, Q_1{6, 'U_R'}+.2, 'U_R');
xlabel('\phi');
ylabel('U');
grid minor;
hold off;
```

Построение графика зависимости тока от частоты

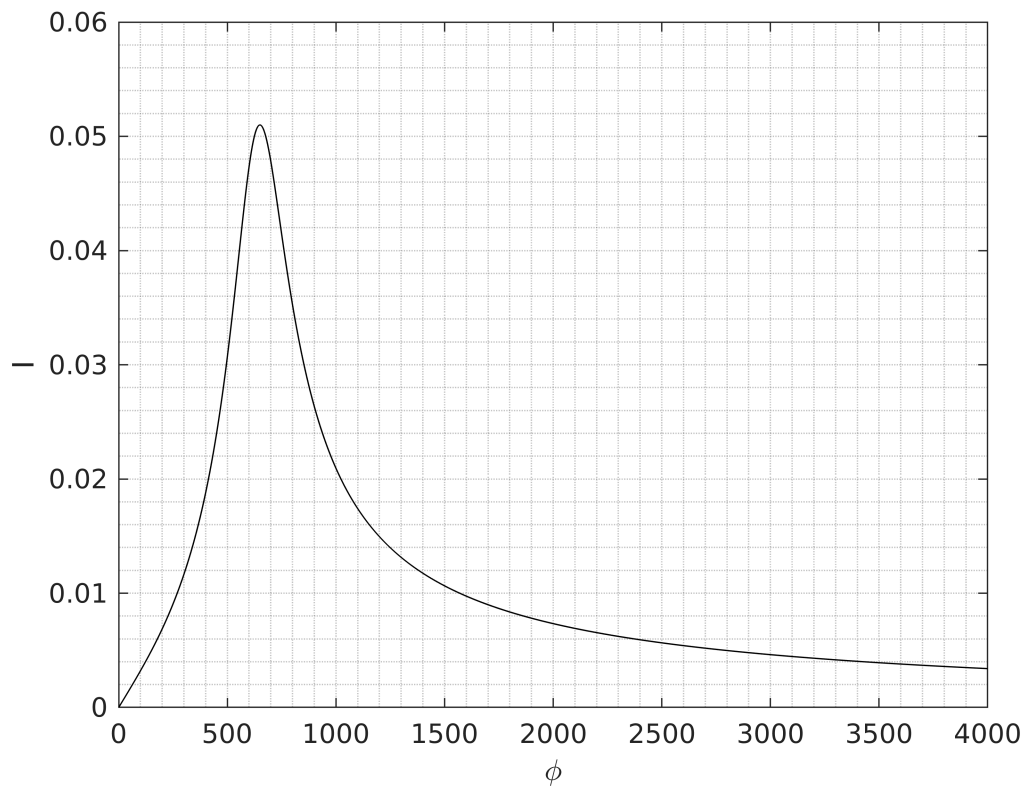
```
plot(Q_1{:, 'fi'}, Q_1{:, 'I'}, 'k-*')
text(Q_1{6, 'fi'}, Q_1{6, 'I'} + .005, 'I');
xlabel('\phi');
ylabel('I');
grid minor;
```



2 Рассчитать зависимости $\frac{I}{I_0} = F\left(\frac{f}{f_0}\right)$ для добротностей $Q = 2.5$ и $Q = 5$. Построить графики зависимостей.

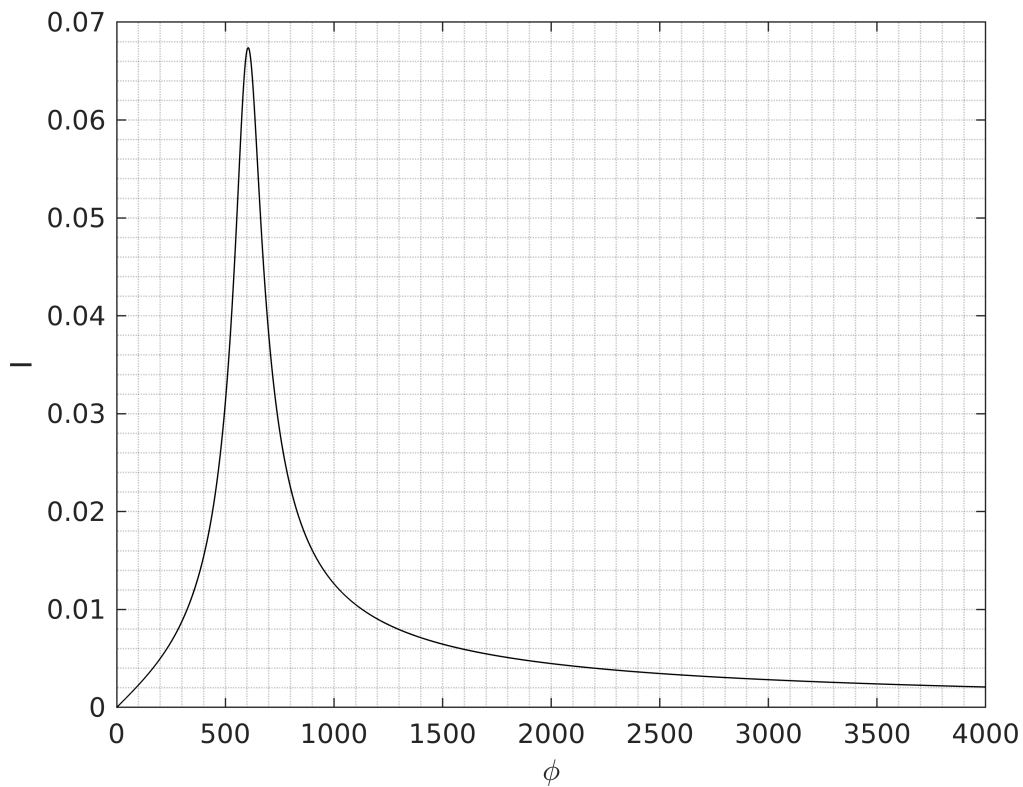
Q=2.5

```
Q=2.5;
I_0 = Q_1{4, 'I'};
fi_0 = Q_1{4, 'fi'};
F = @(fi) I_0./sqrt(1+Q.^2.*(fi./fi_0-fi_0./fi).^2);
plot(0:4000,abs(F(0:4000)),'k-')
grid minor;
xlabel('\phi')
ylabel('I')
```



Q=5

```
Q=5;
I_0 = Q_2{4, 'I'};
fi_0 = Q_2{4, 'fi'};
F = @(fi) I_0./sqrt(1+Q.^2.*(fi./fi_0-fi_0./fi).^2);
plot(0:4000,abs(F(0:4000)),'k-')
grid minor;
xlabel('\phi')
ylabel('I')
```



4.3.3 Определить по экспериментальным данным резонансную частоту по максимальному значению тока в цепи при неизменном входном напряжении.

```
max(Q_1{:, 'I'})
```

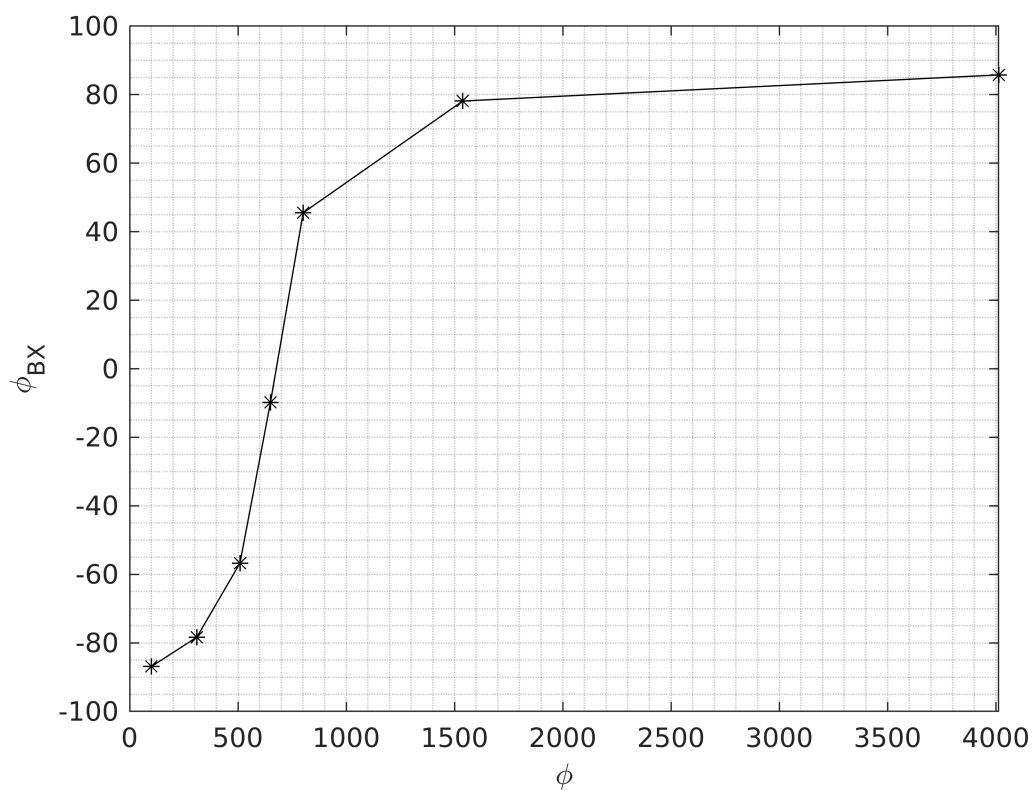
```
ans = 0.0510
```

4.3.4 Рассчитать и построить график фазочастотной зависимости зависимости;

$$\phi_{\text{BX}} = \arctg \left[\frac{(U_L - U_C)}{(R_P + R_K)I} \right]$$

При Q=2.5

```
R_P = 40;
fi_BX = atan((Q_1{:, 'U_L'}-Q_1{:, 'U_C'}) ./ ((R_P+R_K) .* Q_1{:, 'I'})) ./ pi.*180;
plot(Q_1{:, 'fi'}, fi_BX, 'k-*')
grid minor;
xlabel('\phi')
ylabel('\phi_{BX}')
```



Расчет мощностей при резонансе.

полная мощность при $Q = 2.5$

$$S = Q_1\{4, 'I'\} * U$$

$$S = 0.1530$$

полная мощность при $Q = 5$

$$S = Q_2\{4, 'I'\} * U$$

$$S = 0.2022$$

Вывод: Я получил навыки экспериментального исследования цепей однофазного синусоидального тока.