

Номер варианта

344

Отримані з умови дані:

$$U_1 = 800 \text{ V} \quad V = 2.7 \times 10^5 \cdot \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad Z_c = 600 \Omega$$
$$f = 80 \cdot \text{kHz} \quad \alpha = 0.15 \cdot \frac{\text{Np}}{\text{km}} \quad \left[\frac{Z_2}{Z_c} \right] = 0.5 + 0.2j$$

1. Знайдемо коефіцієнт фази:

$$\beta := \frac{2\pi f}{V} \quad \beta = 1.862 \cdot \frac{1}{\text{km}}$$

2. Знайдемо довжину хвилі:

$$\lambda := \frac{2\pi}{\beta} \quad \lambda = 3.375 \cdot \text{km}$$

3. Знайдемо довжину лінії:

$$l := 1.125\lambda \quad l = 3.797 \cdot \text{km}$$

4. Знайдемо вхідний опір:

$$\gamma := \alpha + j \cdot \beta \quad |\gamma| = 1.868 \cdot \frac{\text{Np}}{\text{km}} \quad \psi(\gamma) = 85.394$$

Опір навантаження:

$$Z_2 := \left[\frac{Z_2}{Z_c} \right] \cdot Z_c \quad |Z_2| = 323.11 \Omega \quad \psi(Z_2) = 21.801$$

$$Z_1 := Z_c \cdot \frac{Z_2 + Z_c \cdot \tanh(\gamma \cdot l)}{Z_c + Z_2 \cdot \tanh(\gamma \cdot l)} \quad |Z_1| = 670.337 \Omega \quad \psi(Z_1) = 11.371$$

Знайдемо струм джерела:

$$I_1 := \frac{U_1}{Z_1} \quad |I_1| = 1.193 \text{ A} \quad \psi(I_1) = -11.371$$

Активна та реактивна потужності, що генеруються джерелом:

$$S_1 := U_1 \cdot \bar{I}_1 \quad S_1 = (936.002 + 188.241j) \text{ W}$$

Знайдемо струм та напругу на кінці лінії:

$$U_2 := U_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot l) - I_1 \cdot Z_c \cdot \sinh(\gamma \cdot l) \quad |U_2| = 303.751 \text{ V} \quad \psi(U_2) = -36.163$$

$$I_2 := -\frac{U_1}{Z_c} \cdot \sinh(\gamma \cdot l) + I_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot l) \quad |I_2| = 0.94 \text{ A} \quad \psi(I_2) = -57.964$$

Потужність в кінці лінії:

$$S_2 := (|I_2|)^2 \cdot Z_2$$

$$S_2 = (265.128 + 106.051j) \text{ W}$$

$$\overline{U_2 \cdot I_2} = (265.128 + 106.051j) \text{ W}$$

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta := \frac{\operatorname{Re}(S_2)}{\operatorname{Re}(S_1)}$$

$$\eta = 28.326\%$$

$$\Delta l := \frac{\lambda}{8}$$

$$\Delta l = 0.422 \text{ km}$$

Будуємо графіки заданих функцій:

$$U(x) := U_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot x) - I_1 \cdot Z_c \cdot \sinh(\gamma \cdot x)$$

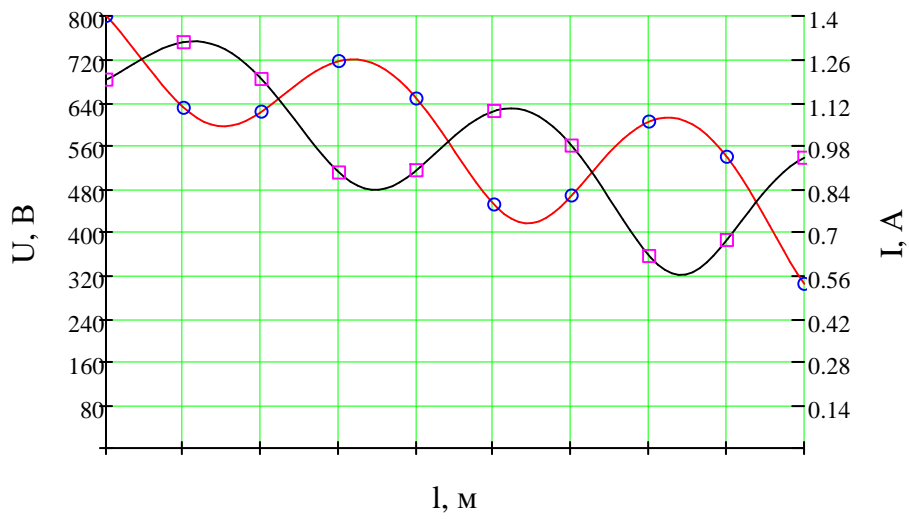
$$I(x) := -\frac{U_1}{Z_c} \cdot \sinh(\gamma \cdot x) + I_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot x)$$

$$Z_{\text{вх}}(x) := \frac{U(x)}{I(x)}$$

Складемо таблицю значень для побудови:

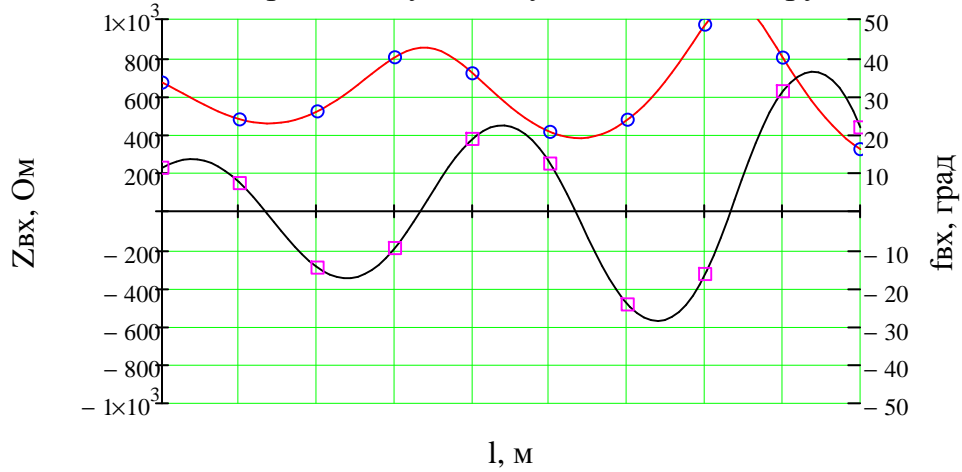
dl	sh(x)		ch(x)		U(x)		I(x)		Z _{вх} (x)	
0	0	0	1	0	800	0	1.193	-11.37	670.3	11.37
421.9	0.71	86.38	0.71	3.616	629.9	-46.28	1.315	-53.63	479	7.355
843.8	1.008	90	0.127	90	622.6	-103.2	1.196	-88.57	520.6	-14.64
1266	0.732	100.6	0.732	169.4	716.2	-144.5	0.893	-134.9	802	-9.545
1688	0.256	180	1.032	180	647.2	-176.8	0.9	164.3	719.1	18.86
2109	0.777	-107	0.777	-163	450.7	137	1.092	124.6	412.9	12.45
2531	1.073	-90	0.389	-90	467.3	71.09	0.98	95.36	476.9	-24.27
2953	0.842	-67.41	0.842	-22.59	604.5	33.39	0.623	49.76	970.9	-16.36
3375	0.528	-3E-14	1.131	-7E-15	539.1	7.95	0.674	-23.26	800.2	31.21
3797	0.928	62.75	0.928	27.25	303.8	-36.16	0.94	-57.96	323.1	21.8

Діаграма струму та напруги в лінії



- $|U(x)|$
- $|U(x)|$
- $|I(x)|$
- $|I(x)|$

Діаграма модуля та кута входного опору



- $|Z_{вх}(x)|$
- $|Z_{вх}(x)|$
- $\phi_{вх}(x)$
- $\phi_{вх}(x)$

2. Розрив в кінці лінії: $I_{2p} := 0$ $Z_{2p} := \infty \text{ ohm}$

Знайдемо вхідний опір:

$$Z_{1p} := \frac{Z_c}{\tanh(\gamma \cdot l)} \quad |Z_{1p}| = 600 \Omega \quad \psi(Z_{1p}) = -35.502$$

Знайдемо струм джерела:

$$I_{1p} := \frac{U_1}{Z_{1p}} \quad |I_{1p}| = 1.333 \text{ A} \quad \psi(I_{1p}) = 35.502$$

Побудуємо графіки заданих функцій:

$$U_p(x) := U_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot x) - I_{1p} \cdot Z_c \cdot \sinh(\gamma \cdot x)$$

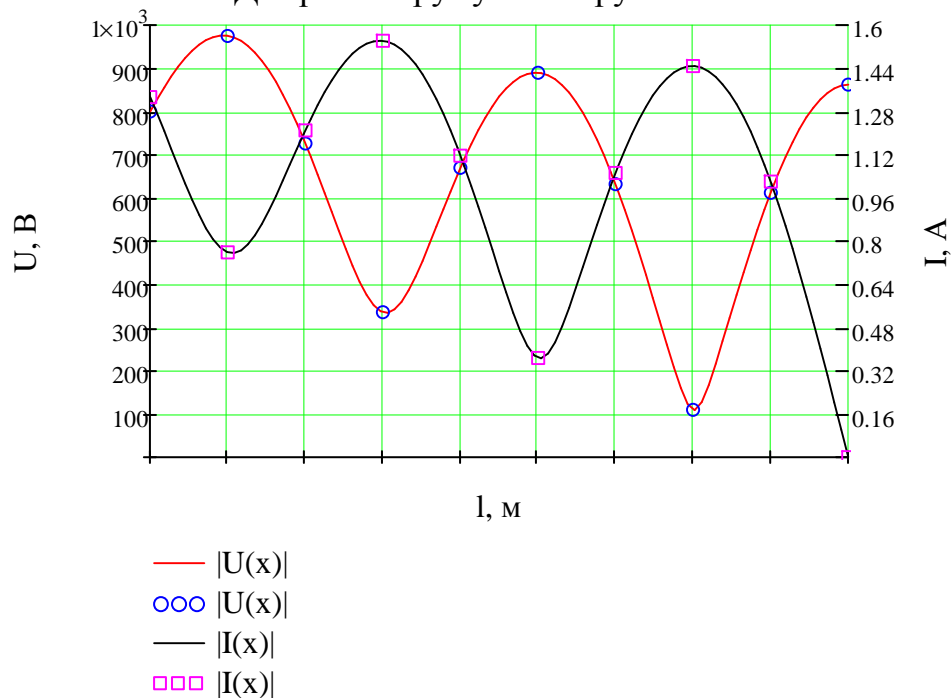
$$I_p(x) := -\frac{U_1}{Z_c} \cdot \sinh(\gamma \cdot x) + I_{1p} \cdot \cosh(\gamma \cdot x)$$

$$Z_{вxp}(x) := \frac{U_p(x)}{I_p(x)}$$

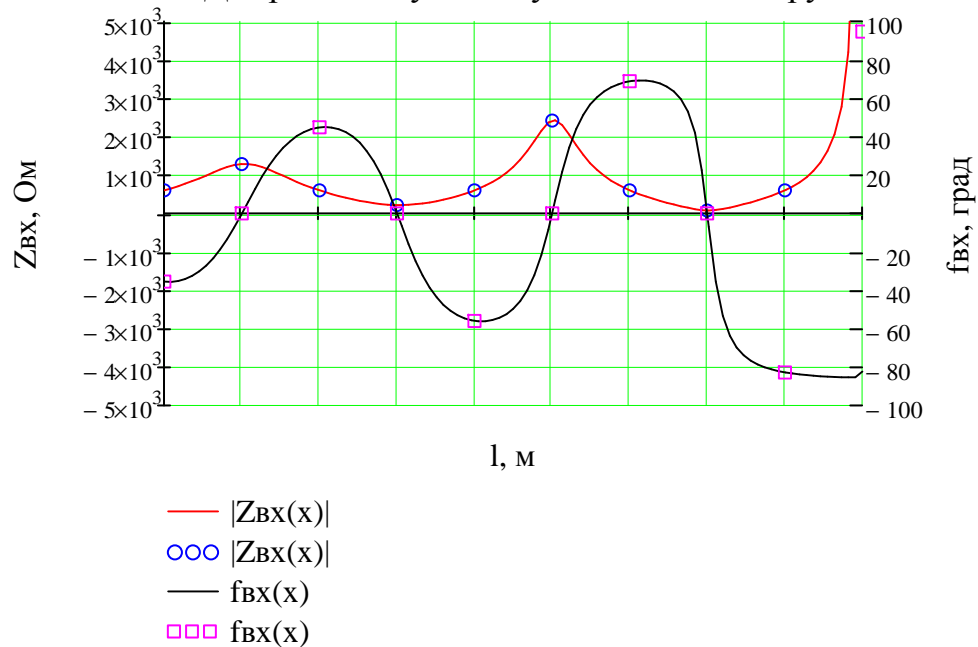
Складемо таблицю значень для побудови графіків для режиму К.З.:

dl	sh(x)		ch(x)		U(x)		I(x)		Z _{вx} (x)	
0	0	0	1	0	800	0	1.333	35.5	600	-35.5
421.9	0.71	86.38	0.71	3.616	975	-27.25	0.759	-27.25	1285	2E-12
843.8	1.008	90	0.127	90	726.2	-49.84	1.21	-94.66	600	44.82
1266	0.732	100.6	0.732	169.4	335.3	-117.2	1.542	-117.2	217.5	-3E-12
1688	0.256	180	1.032	180	669.8	169.8	1.116	-134.3	600	-55.95
2109	0.777	-107	0.777	-163	889.9	152.8	0.368	152.8	2421	4E-12
2531	1.073	-90	0.389	-90	631.5	142.1	1.052	73.38	600	68.75
2953	0.842	-67.41	0.842	-22.59	109.4	62.75	1.448	62.75	75.53	-8E-12
3375	0.528	-3E-14	1.131	-7E-15	612.1	-23.63	1.02	59.13	600	-82.77
3797	0.928	62.75	0.928	27.25	862.2	-27.25	2E-16	63.43	3E+16	94.66

Діаграма струму та напруги в лінії



Діаграма модуля та кута входного опору



Враховуючи, що знайдена в п.1 активна потужність навантаження P_2 повинна бути передана узгодженою лінією, визначити комплекс потрібної напруги U_1 на вході, комплекс струму I_1 генератора та коефіцієнт корисної дії η .

$$\operatorname{Re}(S_2) = 265.128 \text{ W} \quad P = \operatorname{Re}(S) = \operatorname{Re}(I^2 Z_f)$$

$$Z'_2 := Z_c \quad Z'_2 = 600 \Omega$$

$$I'_2 := \sqrt{\frac{\operatorname{Re}(S_2)}{Z'_2}} \quad I'_2 = 0.665 \text{ A}$$

$$U'_2 := I'_2 \cdot Z'_2 \quad U'_2 = 398.844 \text{ V}$$

$$U'_1 := U'_2 \cdot e^{\gamma \cdot l} \quad |U'_1| = 704.933 \text{ V} \quad \psi(U'_1) = 45$$

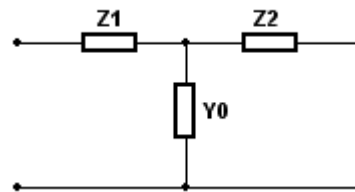
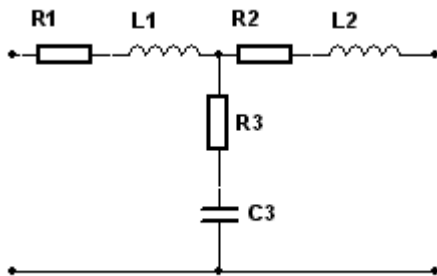
$$I'_1 := I'_2 \cdot e^{\gamma \cdot l} \quad |I'_1| = 1.175 \text{ A} \quad \psi(I'_1) = 45$$

$$S'_1 := U'_1 \cdot \overline{I'_1} \quad S'_1 = 828.217 \text{ W}$$

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta' := \frac{\operatorname{Re}(S_2)}{\operatorname{Re}(S'_1)} \quad \eta' = 32.012\%$$

Розрахувати параметри R, L, C зосередженої схеми (T - подібної)



Знайдемо коефіцієнти чотириполюсника у формі A

$$A_{11} := \cosh(\gamma \cdot l) \quad A_{11} = 0.825 + 0.425j$$

$$A_{21} := \frac{\sinh(\gamma \cdot l)}{Z_c} \quad A_{21} = (7.081 \times 10^{-4} + 0.001j) \cdot S$$

Оскільки лінія симетрична, то можемо записати:

$$A_{22} := A_{11} \quad A_{22} = 0.825 + 0.425j$$

$$A_{12} := A_{21} \cdot Z_c^2 \quad A_{12} = (254.908 + 494.953j) \Omega$$

Перевірка знайдених коефіцієнтів рівнянь чотириполюсника:

$$A_{11} \cdot A_{22} - A_{12} \cdot A_{21} = 1$$

Для T-схеми заміщення маємо значення:

$$Y_0 := A_{21} \quad \frac{1}{Y_0} = (296.064 - 574.865j) \Omega$$

$$Z_1 := \frac{A_{11} - 1}{A_{21}} \quad Z_1 = (192.395 + 226.429j) \Omega$$

$$Z_2 := \frac{A_{22} - 1}{A_{21}} \quad Z_2 = (192.395 + 226.429j) \Omega$$

Співставляючи схеми отримаємо:

$$Z_0 = \frac{1}{Y_0} = R_3 + \frac{1}{j\omega C_3}$$

$$Z_1 = R_1 + j\omega L_1$$

$$Z_2 = R_2 + j\omega L_2$$

Отже:

$$R_3 := \operatorname{Re}\left(\frac{1}{Y_0}\right) \quad R_3 = 296.064 \Omega \quad C_3 := \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot \left| \operatorname{Im}\left(\frac{1}{Y_0}\right) \right|} \quad C_3 = 3460.703 \cdot \mu\text{F}$$

$$R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = 192.395 \Omega \quad L_1 := \frac{|\operatorname{Im}(Z_1)|}{2\pi \cdot f} \quad L_1 = 0.45 \cdot \text{mH}$$

$$R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 192.395 \Omega \quad L_2 := \frac{|\operatorname{Im}(Z_2)|}{2\pi \cdot f} \quad L_2 = 0.45 \cdot \text{mH}$$

Виконати пункти 1,2,3, вважаючи, що коефіцієнт послаблення дорівнює нулю. Порівняти отримані результати для лінії без втрат з лінією з втратами.

Оскільки $\alpha = 0$, то $\gamma = j \cdot \beta$. При цьому вхідний опір визначається за формулою:

$$Z_1 := Z_c \cdot \frac{Z_2 + j \cdot Z_c \cdot \tan(\beta \cdot l)}{Z_c + j \cdot Z_2 \cdot \tan(\beta \cdot l)} \quad |Z_1| = 826.798 \Omega \quad \psi(Z_1) = 35.375$$

Знайдемо струм джерела:

$$I_1 := \frac{U_1}{Z_1} \quad |I_1| = 0.968 \text{ A} \quad \psi(I_1) = -35.375$$

Активна та реактивна потужності, що генеруються джерелом:

$$S_1 := U_1 \cdot \overline{I_1} \quad S_1 = (631.164 + 448.126j) \text{ W}$$

Знайдемо струм та напругу на кінці лінії:

$$U_2 := U_1 \cdot \cos(\beta \cdot l) - j I_1 \cdot Z_c \cdot \sin(\beta \cdot l) \quad |U_2| = 468.663 \text{ V} \quad \psi(U_2) = -45.579$$

$$I_2 := -j \frac{U_1}{Z_c} \cdot \sin(\beta \cdot l) + I_1 \cdot \cos(\beta \cdot l) \quad |I_2| = 1.45 \text{ A} \quad \psi(I_2) = -67.38$$

Потужність в кінці лінії:

$$S_2 := (|I_2|)^2 \cdot Z_2 \quad S_2 = (631.164 + 252.465j) \text{ W}$$

$$\overline{U_2 \cdot I_2} = (631.164 + 252.465j) \text{ W}$$

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta := \frac{\text{Re}(S_2)}{\text{Re}(S_1)} \quad \eta = 100\%$$

$$U(x) := U_1 \cdot \cos(\beta \cdot x) - j I_1 \cdot Z_c \cdot \sin(\beta \cdot x)$$

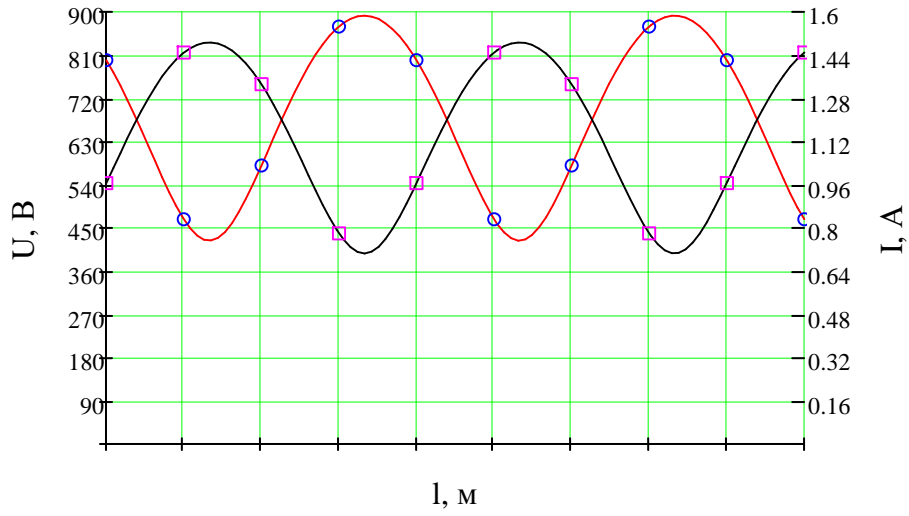
$$I(x) := -j \frac{U_1}{Z_c} \cdot \sin(\beta \cdot x) + I_1 \cdot \cos(\beta \cdot x)$$

$$Z_{\text{BX}}(x) := \frac{U(x)}{I(x)}$$

Складемо таблицю значень для побудови:

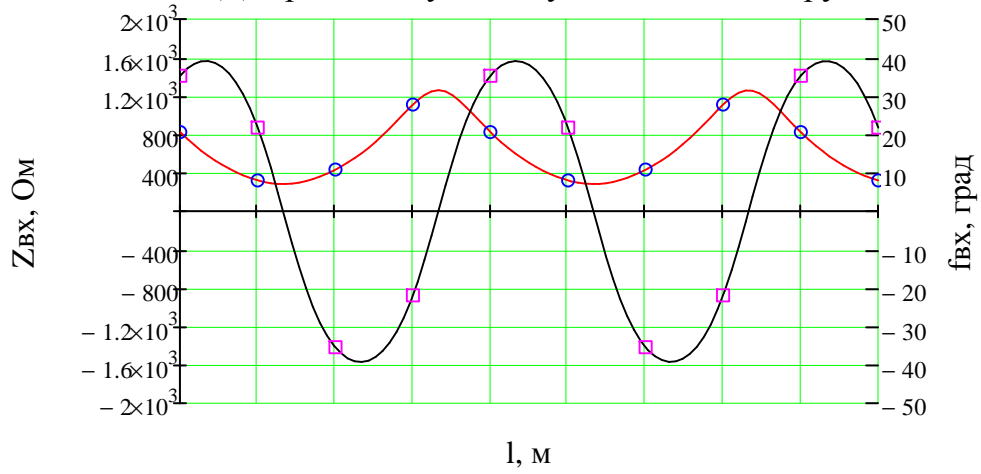
dl	sin(x)	cos(x)	U(x)	I(x)	Z _{bx} (x)
0	0	1	800 0	0.968 -35.37	826.8 35.37
421.9	0.707	0.707	468.7 -45.58	1.45 -67.38	323.1 21.8
843.8	1	6E-17	580.6 -125.4	1.333 -90	435.4 -35.37
1266	0.707	-0.707	870.3 -157.4	0.781 -135.6	1114 -21.8
1688	1E-16	-1	800 -180	0.968 144.6	826.8 35.37
2109	-0.707	-0.707	468.7 134.4	1.45 112.6	323.1 21.8
2531	-1	-1E-15	580.6 54.63	1.333 90	435.4 -35.37
2953	-0.707	0.707	870.3 22.62	0.781 44.42	1114 -21.8
3375	-2E-16	1	800 8E-15	0.968 -35.37	826.8 35.37
3797	0.707	0.707	468.7 -45.58	1.45 -67.38	323.1 21.8

Діаграма струму та напруги в лінії



- $|U(x)|$
- $|U(x)|$
- $|I(x)|$
- $|I(x)|$

Діаграма модуля та кута входного опору



- $|Z_{вх}(x)|$
- $|Z_{вх}(x)|$
- $\varphi_{вх}(x)$
- $\varphi_{вх}(x)$

2. Розрив в кінці лінії: $I_{2p} := 0$ $Z_{2p} := \infty \text{ ohm}$

Знайдемо вхідний опір:

$$Z_{1p} := \frac{Z_c}{j \cdot \tan(\beta \cdot l)} \quad |Z_{1p}| = 600 \Omega \quad \psi(Z_{1p}) = -90$$

Знайдемо струм джерела:

$$I_{1p} := \frac{U_1}{Z_{1p}} \quad |I_{1p}| = 1.333 \text{ A} \quad \psi(I_{1p}) = 90$$

$$U_p(x) := U_1 \cdot \cos(\beta \cdot x) - j I_{1p} \cdot Z_c \cdot \sin(\beta \cdot x)$$

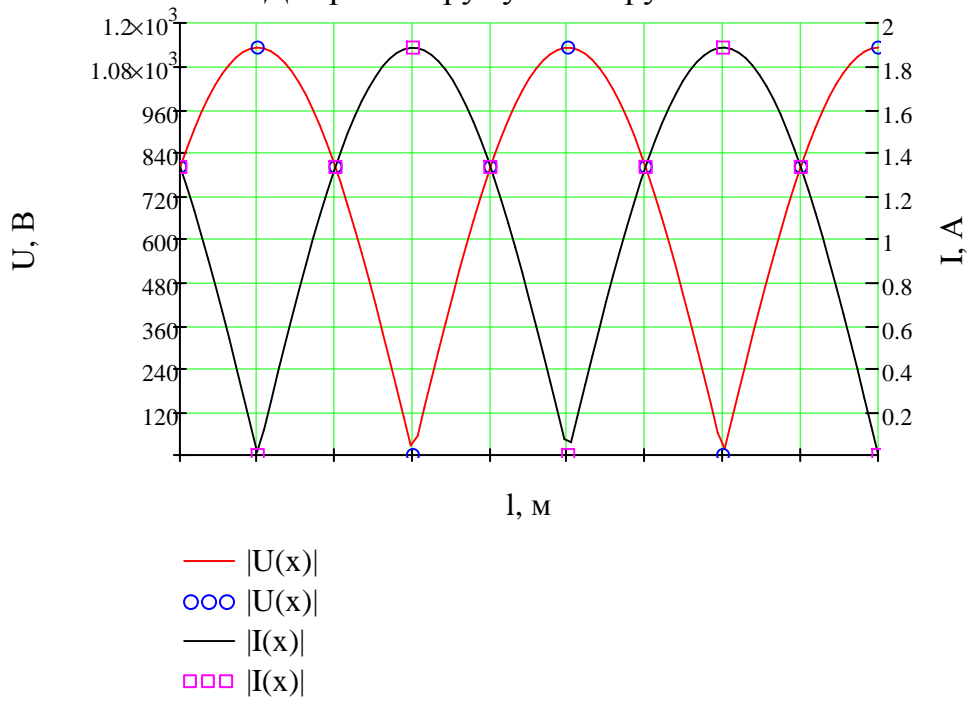
$$I_p(x) := -j \frac{U_1}{Z_c} \cdot \sin(\beta \cdot x) + I_{1p} \cdot \cos(\beta \cdot x)$$

$$Z_{вxp}(x) := \frac{U_p(x)}{I_p(x)}$$

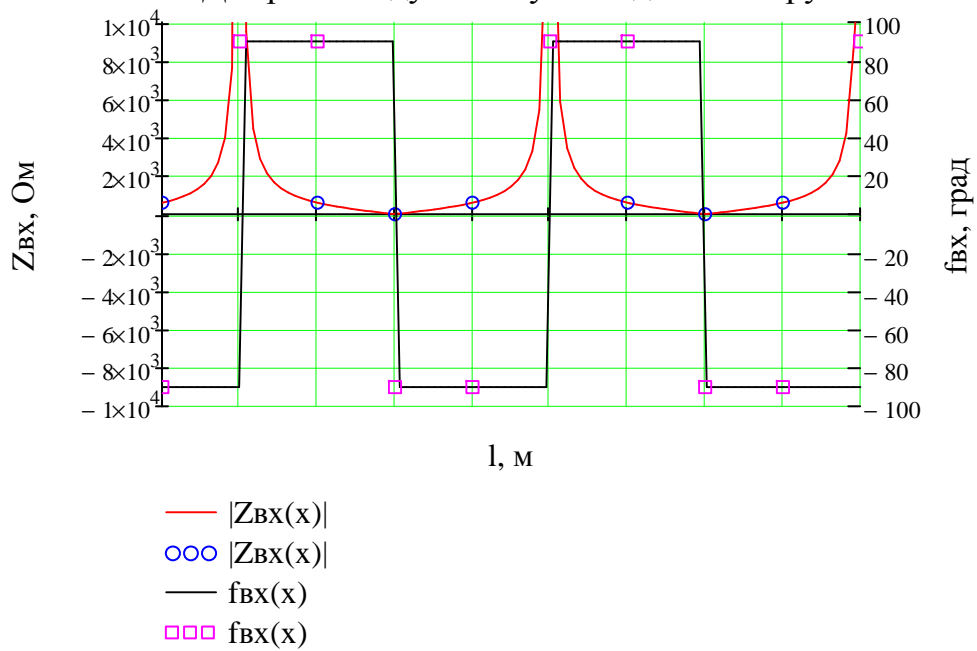
Складемо таблицю значень для побудови графіків для режиму К.З.:

dl	sin(x)	cos(x)	U(x)		I(x)		Z _{вх} (x)	
0	0	1	800	0	1.333	90	600	-90
421.9	0.707	0.707	1131	0	3E-16	-90	7E+17	90
843.8	1	6E-17	800	0	1.333	-90	600	90
1266	0.707	-0.707	3E-13	0	1.886	-90	1E-12	-90
1688	1E-16	-1	800	180	1.333	-90	600	-90
2109	-0.707	-0.707	1131	180	6E-16	-90	2E+17	90
2531	-1	-1E-15	800	180	1.333	90	600	90
2953	-0.707	0.707	1E-13	0	1.886	90	3E-12	-90
3375	-2E-16	1	800	0	1.333	90	600	-90
3797	0.707	0.707	1131	0	1E-16	-90	1E+17	90

Діаграма струму та напруги в лінії



Діаграма модуля та кута вхідного опору



Враховуючи, що знайдена в п.1 активна потужність навантаження P_2 повинна бути передана узгодженою лінією, визначити комплекс потрібної напруги U_1 на вході, комплекс струму I_1 генератора та коефіцієнт корисної дії η .

$$\operatorname{Re}(S_2) = 631.164 \text{ W} \quad P = \operatorname{Re}(S) = \operatorname{Re}(I^2 Z_f)$$

$$Z'_2 := Z_c \quad Z_2 = 600 \Omega$$

$$I'_2 := \sqrt{\frac{\operatorname{Re}(S_2)}{Z'_2}} \quad I_2 = 1.026 \text{ A}$$

$$U'_2 := I'_2 \cdot Z'_2 \quad U_2 = 615.385 \text{ V}$$

$$U'_1 := U'_2 \cdot e^{j \cdot \beta \cdot l} \quad |U'_1| = 615.385 \text{ V} \quad \psi(U'_1) = 45$$

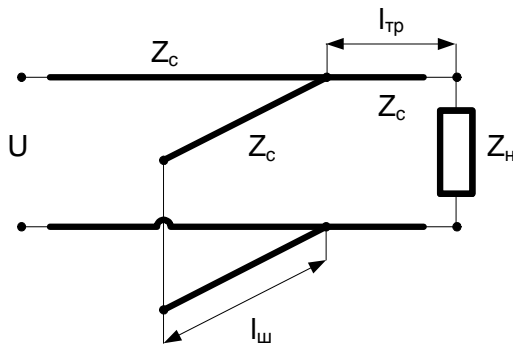
$$I'_1 := I'_2 \cdot e^{j \cdot \beta \cdot l} \quad |I'_1| = 1.026 \text{ A} \quad \psi(I'_1) = 45$$

$$S'_1 := U'_1 \cdot \overline{I'_1} \quad S'_1 = 631.164 \text{ W}$$

Коефіцієнт корисної дії:

$$\eta' := \frac{\operatorname{Re}(S_2)}{\operatorname{Re}(S'_1)} \quad \eta' = 100\%$$

Для лінії без втрат вибрати схему і розрахувати елементи узгоджувального пристрою, який забезпечує узгоджений режим при навантаженні Z_2 . Побудувати графіки розподілу діючих значень напруги $U(x)$, $I(x)$ в основній лінії та у всіх елементах узгоджувального пристрою.



Умова узгодження:

$$G_{\text{ex}(mp)} = \frac{1}{Z_c}$$

Довжину лінії трансформатора можна визначити з рівняння:

$$Z_c \cdot R + R \cdot Z_c \cdot \operatorname{tg}(\beta l)^2 = R^2 + X^2 + 2X \cdot Z_c \cdot \operatorname{tg}(\beta l) + Z_c^2 \cdot \operatorname{tg}(\beta l)^2$$

Отримаємо корені:

$$\operatorname{tg}(\beta l)_1 = -1.162 \quad \operatorname{tg}(\beta l)_2 = 0.362$$

Далі:

$$\beta l_{\text{TP}_1} := \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l))_1 \quad \beta l_{\text{TP}_1} = -0.86$$

$$\beta l_{\text{TP}_2} := \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l))_2 \quad \beta l_{\text{TP}_2} = 0.347$$

Оскільки період функції $\operatorname{tg}(x)$ рівний π , то маємо: $\beta l_{\delta\delta} = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l_{\delta\delta})) + \pi$

$$\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l))_1 = 2.282 \quad \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l))_2 = 0.347$$

За формулою знаходимо значення l_{TP} : $l_{\delta\delta} = \frac{\operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\beta l_{\delta\delta}))}{\beta}$

$$l_{\text{TP}_1} = 1225.547 \text{ m}$$

$$l_{\text{TP}_2} = 186.364 \text{ m}$$

З поміж отриманих знаходимо найменше:

$$l_{\text{TP}} = 186.364 \text{ m}$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$G_{\text{ВХ(ТР)}} := \frac{1}{Z_c} \left[\frac{Z_c \cdot R + R \cdot Z_c \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}})^2}{R^2 + (X + Z_c \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}}))^2} \right]$$

$$\frac{1}{G_{\text{ВХ(ТР)}}} = 600 \Omega$$

$$Z_c = 600 \Omega$$

Реактивна провідність трансформатора:

$$B_{\text{ВХ(ТР)}} := \frac{1}{Z_c} \left[\frac{(R^2 + X^2 - Z_c^2) \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}}) - Z_c \cdot X + X \cdot Z_c \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}})^2}{R^2 + (X + Z_c \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}}))^2} \right] \quad B_{\text{ВХ(ТР)}} = -0.001269$$

Комплексна провідність трансформатора:

$$Y_{\text{ВХ(ТР)}} := G_{\text{ВХ(ТР)}} + j \cdot B_{\text{ВХ(ТР)}}$$

$$Y_{\text{ВХ(ТР)}} = (0.001667 - 0.001269j) \cdot S$$

Перевірка з комплексним опором:

$$Z_{\text{BX(TP)}} := Z_C \cdot \frac{Z_2 + j \cdot Z_C \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}})}{Z_C + j \cdot Z_2 \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{TP}})}$$

$$Z_{\text{BX(TP)}} = (379.747 + 289.206j) \Omega$$

$$\frac{1}{Y_{\text{BX(TP)}}} = (379.747 + 289.206j) \Omega$$

Розрахуємо параметри шунта:

$$B_{\text{ш}} := -B_{\text{BX(TP)}} \quad B_{\text{ш}} = 0.001 \cdot \text{S}$$

З формули знайдемо довжину шунта:

$$B_{\text{ш}} = -\frac{1}{Z_C \cdot \text{tg}(\beta \cdot l_{\text{ш}})}$$

Маємо:

$$\text{tg}(\beta l) := -\frac{1}{Z_C \cdot B_{\text{ш}}} \quad \text{tg}(\beta l) = -1.313$$

$$l_{\text{ш}} := \frac{\text{atan}(\text{tg}(\beta l)) + \pi}{\beta} \quad l_{\text{ш}} = 1193.363 \text{ m}$$

Комплексна провідність шунта:

$$Y_{\text{ш}} := \frac{1}{j Z_C \cdot \tan(\beta \cdot l_{\text{ш}})} \quad Y_{\text{ш}} = 0.001j \cdot \text{S}$$

Опір:

$$Z_{\text{ш}} := \frac{1}{Y_{\text{ш}}} \quad Z_{\text{ш}} = -787.838j \Omega$$

Враховуючи резонанс: $Y_{\text{BX(H)}} = G_{\text{BX(TP)}} + jB_{\text{BX(TP)}} + jB_{\text{ш}}$

$$Z_{\text{BX(H)}} := \frac{1}{G_{\text{BX(TP)}}} \quad Z_{\text{BX(H)}} = 600 \Omega$$

Очевидно що маємо режим узгодженого навантаження ($Z_{\text{BX(H)}} = Z_C$), тоді можемо записати: $Z_1 = Z_C = Z_{\text{BX(H)}}$

$$I_1 := \frac{U_1}{Z_{\text{BX(H)}}} \quad I_1 = 1.333 \text{ A}$$

Визначення напруги та струму на опорі навантаження:

$$U_2 := U_1 \cdot \cos(\beta \cdot l) - j I_1 \cdot Z_C \cdot \sin(\beta \cdot l) \quad |U_2| = 800 \text{ V} \quad \psi(U_2) = -45$$

$$I_2 := -j \frac{U_1}{Z_C} \cdot \sin(\beta \cdot l) + I_1 \cdot \cos(\beta \cdot l) \quad |I_2| = 1.333 \text{ A} \quad \psi(I_2) = -45$$

Графік розподілу діючих значень у лінії:

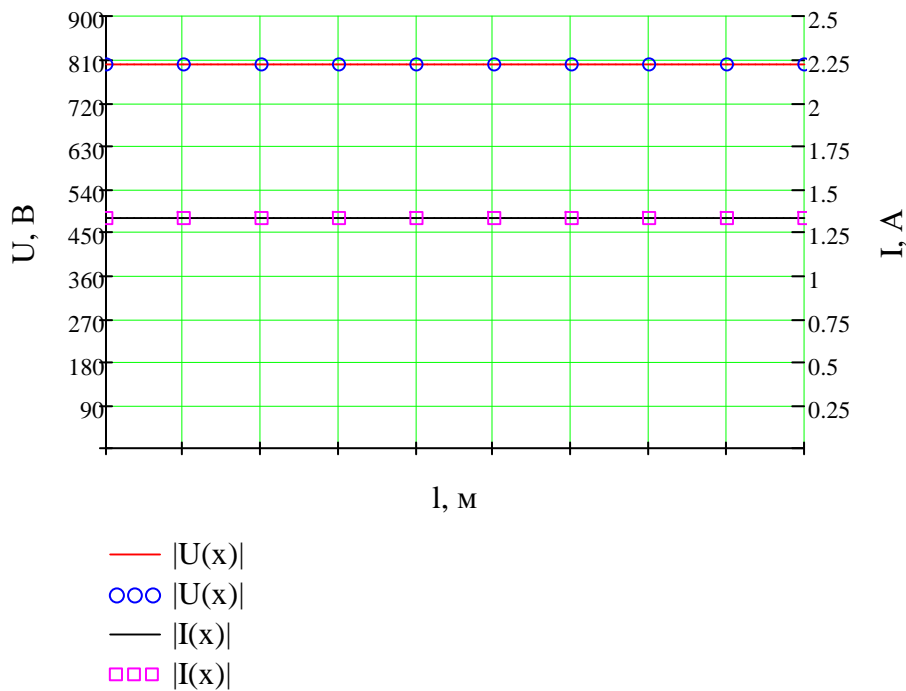
$$U_{\text{л}}(x) := U_1 \cdot \cos(\beta \cdot x) - j I_1 \cdot Z_c \cdot \sin(\beta \cdot x)$$

$$I_{\text{л}}(x) := -j \frac{U_1}{Z_c} \cdot \sin(\beta \cdot x) + I_1 \cdot \cos(\beta \cdot x)$$

Складемо таблицю значень для побудови графіків розподілу напруг і струму на лінії:

dl	sin(x)	cos(x)	U(x)		I(x)	
0	0	1	800	0	1.333	0
421.9	0.707	0.707	800	-45	1.333	-45
843.8	1	6E-17	800	-90	1.333	-90
1266	0.707	-0.707	800	-135	1.333	-135
1688	1E-16	-1	800	-180	1.333	-180
2109	-0.707	-0.707	800	135	1.333	135
2531	-1	-1E-15	800	90	1.333	90
2953	-0.707	0.707	800	45	1.333	45
3375	-2E-16	1	800	1E-14	1.333	1E-14
3797	0.707	0.707	800	-45	1.333	-45

Діаграма струму та напруги в лінії



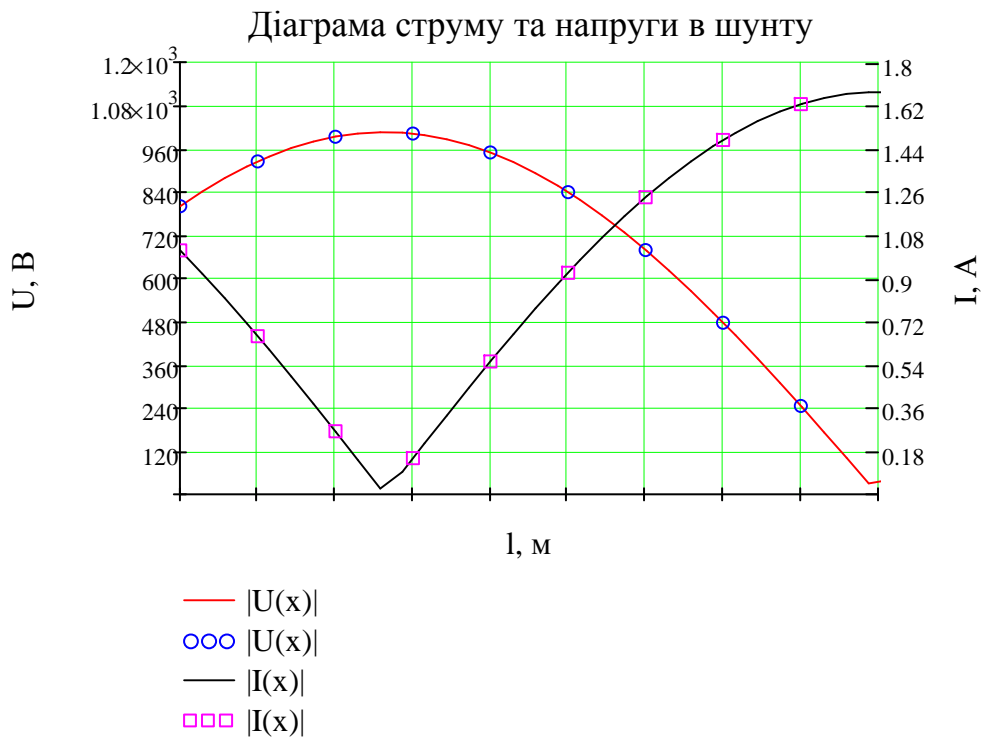
Графік розподілу діючих значень у шунті:

$$U_{\text{ш}}(x) := j \cdot \frac{U_2 \cdot Y_{\text{ш}}}{\cos(\beta \cdot l_{\text{ш}})} \cdot Z_c \cdot \sin[\beta \cdot (l_{\text{ш}} - x)]$$

$$I_{\text{ш}}(x) := \frac{U_2 \cdot Y_{\text{ш}}}{\cos(\beta \cdot l_{\text{ш}})} \cdot \cos[\beta \cdot (l_{\text{ш}} - x)]$$

Складемо таблицю значень для побудови графіків розподілу напруг і струму на шунті:

dl	sin(x)	cos(x)	U(x)		I(x)	
0	0	1	800	-45	1.015	45
132.6	0.244	0.97	924.6	-45	0.659	45
265.2	0.474	0.881	993.2	-45	0.262	45
397.8	0.675	0.738	1002	-45	0.15	-135
530.4	0.835	0.551	949.2	-45	0.553	-135
663	0.944	0.33	839.3	-45	0.923	-135
795.6	0.996	0.09	678.5	-45	1.237	-135
928.2	0.988	-0.157	476.5	-45	1.476	-135
1061	0.919	-0.393	245.7	-45	1.625	-135
1193	0.796	-0.606	4E-13	135	1.676	-135



Графік розподілу діючих значень у трансформаторі:

$$U_{\text{ВХ(ТР)}}(x) := U_2 \cdot \cos(\beta \cdot x) - j \cdot U_2 \cdot Y_{\text{ВХ(ТР)}} \cdot Z_c \cdot \sin(\beta \cdot x)$$

$$I_{\text{ВХ(ТР)}}(x) := -j \cdot \frac{U_2}{Z_c} \cdot \sin(\beta \cdot x) + U_2 \cdot Y_{\text{ВХ(ТР)}} \cdot \cos(\beta \cdot x)$$

Складемо таблицю значень для побудови графіків розподілу напруг і струму на трансформаторі:

dl	sin(x)	cos(x)	U(x)		I(x)	
0	0	1	800	-45	1.676	-82.29
20.71	0.039	0.999	776.5	-47.28	1.706	-83.66
41.41	0.077	0.997	753.2	-49.69	1.735	-84.99
62.12	0.115	0.993	730.2	-52.26	1.762	-86.27
82.83	0.154	0.988	707.7	-55	1.788	-87.52
103.5	0.192	0.981	685.8	-57.91	1.811	-88.73
124.2	0.229	0.973	664.8	-61.01	1.833	-89.92
144.9	0.267	0.964	644.9	-64.31	1.852	-91.07
165.7	0.304	0.953	626.3	-67.81	1.87	-92.21
186.4	0.34	0.94	609.3	-71.52	1.886	-93.32

