

Teorētiskais pamatojums:

No elektromagnētiskā lauka indukcijas likuma mainīgs magnētiskais lauks \vec{B} inducē virpuļainu elektrisku lauku, kas vadošā vidē rada elektrisko strāvu sadalījumu (virpuļstrāvas). Šīm strāvām plūstot vadošā vidē, izdalās Džoula-Lenca siltums, kuru var izmantot dažādu vadošu priekšmetu sildīšanai.

Priekšmetā inducētā elektriskā lauka EDS ir atkarīgs no EM lauka frekvences f , magnētiskā lauka indukcijas amplitūdas B un virsmas laukuma S , caur kuru priekšmetā iet magnētiskais lauks: $EDS \sim fBS$.

Ģenerētais siltums sildāmā priekšmetā ir atkarīgs no inducēto strāvu sadalījuma tajā. Praksē tas var būt ļoti sarežģīts. Praksē inducētās virpuļstrāvas mēra metāla priekšmetos. Tajos rodas magnētiskais lauks, kas summējas ar induktora magnētisko lauku. Mērot šo rezultējošo lauku ar kādu sensoru, vispārīgā gadījumā šos laukus nevar atdalīt. Taču noteiktās situācijās, gadījumos ar īpašu ģeometriju, induktora radīto magnētisko lauku un virpuļstrāvu radīto lauku var atdalīt.

Piemērs tam ir plāna elektrovadoša plāksne, kurai no abām pusēm ir pieliktas klāt divas identiskas, simetriski izvietotas spoles. Strāvas šajās spolēs plūst vienādā virzienā un ar vienādu stiprumu, un šo spoļu lauki arī ir vienādi vērsti. Simetrijas dēļ, šo divu spoļu ģenerētais lauks ir vērsts perpendikulāri plāksnes virsmas šīs virsmas tuvumā.

Izdalot mazu kontūru plāksnē ar platumu Δl un izmantojot cirkulācijas teorēmu, var sasaistīt magnētiskā lauka indukcijas tangenciālās komponentes vērtību pie plāksnes virsmas $B_{pl,\tau}$ ar virpuļstrāvas, kas plūst caur kontūru, lineāro blīvumu j_l . Strāvas lineāro blīvumu iegūst pareizinot strāvas blīvumu plāksnē ar tās biezumu. No cirkulācijas teorēmas izriet, ka magnētiskā lauka indukcijas cirkulācija pa kontūru ir: $\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$, kur I ir caur kontūra ierobežoto virsmu plūstoša strāva. Maziem Δl izpildās sekojoša sakarība: $2\Delta l B_{pl,\tau} = \mu_0 j_l \Delta l$, un $B_{pl,\tau} = \frac{\mu_0 j_l}{2}$. Tas nozīmē, ka, izmērot magnētiskā lauka indukcijas tangenciālo komponenti $B_{pl,\tau}$ pie plāksnes virsmas, ir iespējams noteikt inducēto virpuļstrāvu lineāro blīvumu j_l plāksnē.

Analizējot šķērsindukcijas procesu un pieņemot, ka EM lauku plāksnē rada divas vienādas taisnstūrveida spoles, kurām viena mala ir daudz garāka par otru un, ka spoles atrodas ļoti tuvu plāksnes virsmai, var iegūt vienādojumu, kas saista strāvu spolē ar strāvu, kas plūst plāksnē:

$$I_{pl} = \frac{\sigma d L^2 i \omega}{8} \left(4 \frac{\mu_0 l}{\pi L} + \frac{2 \mu_0 l p l}{\pi L} \right) = i \Omega (2 I_{sp} + I_{pl}),$$

kur tika ieviests parametrs $\Omega = \frac{d L \sigma \omega \mu_0}{4 \pi} = \frac{1}{2} d L \sigma f \mu_0$, ko sauc par šķērsindukcijas bezdimensionālo frekvenci. Šis parametrs raksturo atgriezenisko saiti tam, ka strāvu plāksnē inducē rezultējošais lauks, ko rada gan spoles, gan pašas inducētās strāvas plāksnē.

Pārveidojot vienādojumu strāvām iegūst:

$$\frac{I_{pl}}{2 I_{sp}} = -\frac{\Omega^2}{1 + \Omega^2} + i \frac{\Omega}{1 + \Omega^2} \quad \text{un} \quad \left| \frac{I_{pl}}{2 I_{sp}} \right| = \frac{\Omega}{\sqrt{1 + \Omega^2}}$$

Darba uzdevumi:

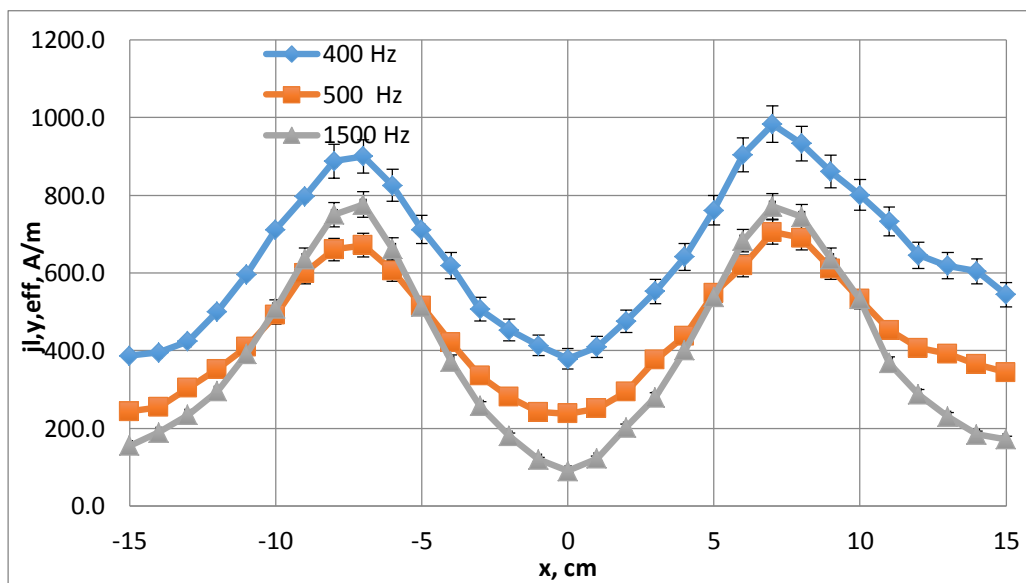
- 1) Magnētiskā šķērslauka inducētā strāvu sadalījuma pētīšana 2 mm biezai alumīnija plāksnei.
 - a) Ar magnētiskā lauka sensoru, kas novietots uz plāksnes virsmas, noteikt magnētiskā lauka x komponentes sadalījumu pa x asi ($y = 0$) tuvu plāksnes virsmas. Šai nolūkā mērīt kontūrā inducēto EDS pie induktora strāvas efektīvās vērtības $I_{sp-eff}=0,4$ A un 3 pasniedzēja norādītām frekvences vērtībām no “komplekta” 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500, 2000 Hz;
 - b) No izmērītajām sensora sprieguma vērtībām aprēķināt magnētiskā lauka x komponentes sadalījumu pa x asi pie plāksnes virsmas visām trim frekvencēm. No magnētiskā lauka sadalījuma aprēķināt lineārā strāvas blīvuma y komponentes efektīvās vērtības sadalījumu plāksnē pa x asi, proporcionāli pārrēķinot vērtības 1A induktora strāvai un attēlot strāvu $j_{l,y,eff}(x)$ sadalījumus grafiski (3 līknes vienā grafikā).
 - c) Aprēķināt katrai frekvencei bezdimensionālo šķērslauka frekvenci Ω un attēlot grafiski strāvas lineārā blīvuma moduļa maksimālās efektīvās vērtības atkarību no Ω . Salīdzināt eksperimentāli iegūto atkarību (atsevišķi punkti grafikā katrai frekvencei) ar tuvinātajā šķersindukcijas analizē iegūto plāksnē inducētās strāvas atkarību no Ω . Piezīme: veidot vienu grafiku 1c) un 2c) rezultātiem, vienādi mērogojot eksperimentālos punktus.
 - d) Salīdzināt eksperimentāli noteiktā un 1A induktora strāvai pārrēķinātā lineārā strāvas blīvuma moduļa y komponentes sadalījumu $j_{l,y,eff}(x)$ plāksnē pa x asi ar datormodelēšanas rezultātiem 2000 Hz frekvencei.
- 2) Magnētiskā šķērslauka inducētā strāvu sadalījuma pētīšana 0.01 mm biezai alumīnija folijai.
 - a) Ar magnētiskā lauka sensoru, kas novietots uz plāksnes ar foliju virsmas, noteikt magnētiskā lauka x komponentes sadalījumu pa x asi ($y = 0$) tuvu plāksnes virsmas. Šai nolūkā mērīt kontūrā inducēto EDS pie induktora strāvas efektīvās vērtības $I_{sp-eff}=0,1$ A un 3 pasniedzēja norādītām frekvences vērtībām no “komplekta” 10, 15, 20, 30, 50, 100 kHz. Izmantojot divstaru osciloskopu, kurā bez sensora signāla tiek attēlots arī induktora strāvas signāls, noteikt fāzu nobīdi starp magnētisko lauku un strāvu induktorā, tai sensora pozīcijai, kura atbilst maksimumam magnētiskā lauka sadalījumā;
 - b) No izmērītajām sensora sprieguma vērtībām aprēķināt magnētiskā lauka x komponentes sadalījumu pa x asi pie plāksnes virsmas visām trim frekvencēm. No magnētiskā lauka sadalījuma aprēķināt lineārā strāvas blīvuma y komponentes efektīvās vērtības sadalījumu plāksnē pa x asi, proporcionāli pārrēķinot vērtības 1A induktora strāvai un attēlot strāvu $j_{l,y,eff}(x)$ sadalījumus grafiski (3 līknes vienā grafikā). Izmantojot iepriekš noteikto fāzu nobīdi starp strāvu induktorā un izmērīto magnētisko lauku punktā, kur ir lauka maksimums, noteikt lineārā strāvas blīvuma reālo $j_{Re,l,y,eff}^{max}$ un imagināro $j_{Im,l,y,eff}^{max}$ daļu (pieņemot, ka strāva induktorā ir tikai ar reālo komponenti) un attēlot grafiski.
 - c) Aprēķināt katrai frekvencei bezdimensionālo šķērslauka frekvenci Ω un attēlot grafiski strāvas lineārā blīvuma moduļa maksimālās efektīvās vērtības atkarību no Ω . Salīdzināt eksperimentāli iegūto atkarību (atsevišķi punkti grafikā katrai frekvencei) ar tuvinātajā šķersindukcijas analizē iegūto plāksnē inducētās strāvas atkarību no Ω . Piezīme: veidot vienu grafiku 1c) un 2c) rezultātiem, vienādi mērogojot eksperimentālos punktus.

- d) Salīdzināt eksperimentāli noteiktā un 1 A induktora strāvai pārrēķinātā lineārā strāvas blīvuma moduļa y komponentes sadalījumu $j_{l,y,eff}(x)$ plāksnē pa x asi ar datormodelēšanas rezultātiem 10 kHz Hz frekvencei.

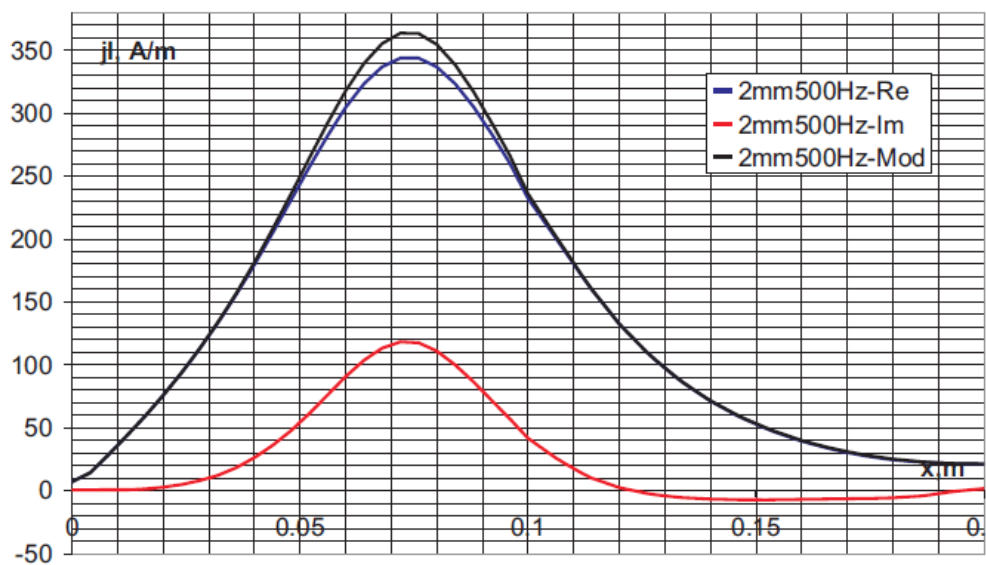
Mērījumu rezultāti un datu apstrāde:

Tabula 1. Magnētiskā lauka mērījumi alumīnija plāksnei ($d = 2 \text{ mm}, I_{sp} = 0.4 \text{ A}$).

	400 Hz						500 Hz						1500 Hz					
$x \pm 0,1$, cm	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m
15	2.63	0.13	136.8	217.7	544.1	31.0	2.77	0.11	86.4	137.5	343.9	17.0	3.33	0.12	43.3	68.9	172.2	8.2
14	2.92	0.13	151.8	241.7	604.1	32.9	2.94	0.11	91.7	146.0	365.0	17.8	3.57	0.13	46.4	73.9	184.7	8.6
13	2.99	0.13	155.5	247.4	618.6	33.4	3.16	0.12	98.6	156.9	392.3	18.8	4.45	0.15	57.8	92.1	230.2	10.4
12	3.12	0.14	162.2	258.2	645.5	34.3	3.28	0.12	102.3	162.9	407.2	19.3	5.56	0.18	72.3	115.0	287.6	12.7
11	3.54	0.15	184.1	293.0	732.4	37.3	3.65	0.13	113.9	181.2	453.1	21.1	7.12	0.22	92.6	147.3	368.3	16.0
10	3.87	0.15	201.2	320.3	800.7	39.8	4.29	0.15	133.8	213.0	532.6	24.2	10.3	0.32	133.9	213.1	532.8	22.9
9	4.16	0.16	216.3	344.3	860.7	42.0	4.92	0.16	153.5	244.3	610.8	27.3	12.3	0.38	159.9	254.5	636.2	27.2
8	4.51	0.17	234.5	373.2	933.1	44.7	5.56	0.18	173.5	276.1	690.2	30.5	14.4	0.44	187.2	297.9	744.8	31.8
7	4.75	0.17	247.0	393.1	982.8	46.5	5.68	0.18	177.2	282.0	705.1	31.2	14.9	0.45	193.7	308.3	770.7	32.9
6	4.37	0.16	227.2	361.7	904.1	43.6	4.98	0.16	155.4	247.3	618.2	27.6	13.2	0.40	171.6	273.1	682.8	29.2
5	3.68	0.15	191.4	304.6	761.4	38.4	4.41	0.15	137.6	219.0	547.4	24.8	10.4	0.32	135.2	215.2	537.9	23.1
4	3.1	0.14	161.2	256.6	641.4	34.2	3.53	0.13	110.1	175.3	438.2	20.5	7.76	0.24	100.9	160.6	401.4	17.4
3	2.67	0.13	138.8	221.0	552.4	31.3	3.03	0.11	94.5	150.5	376.1	18.2	5.41	0.18	70.3	111.9	279.8	12.4
2	2.3	0.12	119.6	190.3	475.9	28.9	2.37	0.10	73.9	117.7	294.2	15.2	3.91	0.14	50.8	80.9	202.2	9.3
1	1.98	0.12	103.0	163.9	409.7	27.0	2.02	0.09	63.0	100.3	250.8	13.7	2.37	0.10	30.8	49.0	122.6	6.3
0	1.83	0.11	95.2	151.4	378.6	26.2	1.92	0.09	59.9	95.3	238.3	13.3	1.75	0.09	22.7	36.2	90.5	5.3
-1	2	0.12	104.0	165.5	413.8	27.1	1.95	0.09	60.8	96.8	242.1	13.5	2.32	0.10	30.2	48.0	120.0	6.2
-2	2.19	0.12	113.9	181.2	453.1	28.2	2.26	0.10	70.5	112.2	280.6	14.7	3.48	0.13	45.2	72.0	180.0	8.5
-3	2.45	0.12	127.4	202.8	506.9	29.8	2.7	0.11	84.2	134.1	335.2	16.7	4.99	0.17	64.9	103.2	258.1	11.5
-4	2.99	0.13	155.5	247.4	618.6	33.4	3.39	0.12	105.8	168.3	420.8	19.9	7.2	0.23	93.6	149.0	372.4	16.2
-5	3.44	0.14	178.9	284.7	711.7	36.6	4.15	0.14	129.5	206.1	515.2	23.5	9.94	0.31	129.2	205.7	514.1	22.1
-6	3.99	0.16	207.5	330.2	825.5	40.7	4.88	0.16	152.3	242.3	605.8	27.1	12.8	0.39	166.4	264.8	662.1	28.3
-7	4.35	0.16	226.2	360.0	900.0	43.4	5.41	0.18	168.8	268.6	671.6	29.8	15	0.46	195.0	310.3	775.9	33.1
-8	4.29	0.16	223.1	355.0	887.6	43.0	5.32	0.17	166.0	264.2	660.4	29.3	14.5	0.44	188.5	300.0	750.0	32.0
-9	3.85	0.15	200.2	318.6	796.6	39.6	4.83	0.16	150.7	239.8	599.6	26.9	12.3	0.38	159.9	254.5	636.2	27.2
-10	3.44	0.14	178.9	284.7	711.7	36.6	3.96	0.14	123.5	196.6	491.6	22.6	9.83	0.30	127.8	203.4	508.4	21.9
-11	2.88	0.13	149.8	238.3	595.9	32.7	3.3	0.12	103.0	163.9	409.7	19.4	7.57	0.24	98.4	156.6	391.6	17.0
-12	2.42	0.12	125.8	200.3	500.7	29.7	2.84	0.11	88.6	141.0	352.6	17.3	5.71	0.19	74.2	118.1	295.3	13.0
-13	2.05	0.12	106.6	169.7	424.1	27.4	2.45	0.10	76.4	121.7	304.1	15.6	4.54	0.15	59.0	93.9	234.8	10.6
-14	1.91	0.12	99.3	158.1	395.2	26.6	2.05	0.09	64.0	101.8	254.5	13.9	3.66	0.13	47.6	75.7	189.3	8.8
-15	1.87	0.11	97.2	154.8	386.9	26.4	1.96	0.09	61.2	97.3	243.3	13.5	3	0.11	39.0	62.1	155.2	7.5



Attēls 1. 1 A lielai induktora strāvai atbilstošais strāvas lineārā blīvuma sadalījums alumīnija plāksnē.



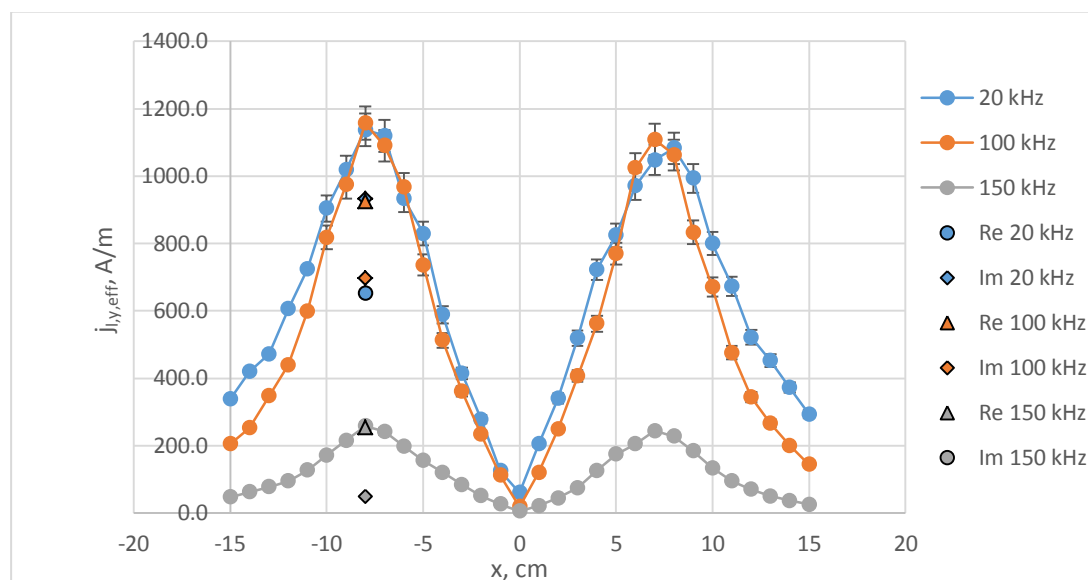
Attēls 2. Datormodelēšanas rezultāts alumīnija plāksnes strāvas lineārā blīvuma sadalījumam pie 1 A induktora strāvas.

Tabula 2. Magnētiskā lauka mērījumi alumīnija folijai ($d = 0,01 \text{ mm}$, $I_{sp} = 0.1 \text{ A}$).

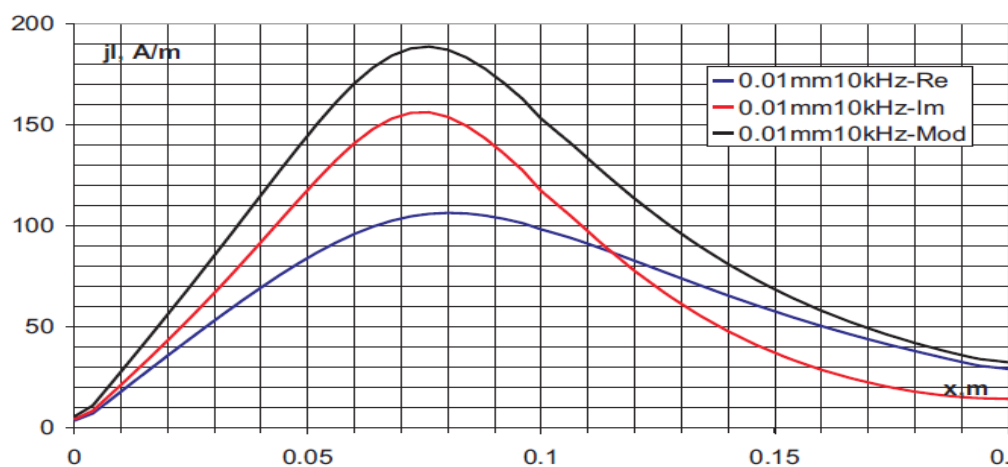
	20 kHz						100 kHz						150 kHz					
$x \pm 0,1$, cm	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m	U , mV	ΔU , mV	B_x , μT	$j_{l,y}$, A/m	$j_{l,y}^{1A}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A}$, A/m
15	11.80	0.36	18.4	29.3	293.0	12.6	11.60	0.35	9.0	14.4	144.0	6.1	10.20	0.31	1.6	2.5	25.3	1.1
14	15.00	0.46	23.4	37.2	372.4	15.9	16.10	0.48	12.6	20.0	199.9	8.5	14.90	0.45	2.3	3.7	37.0	1.6
13	18.20	0.55	28.4	45.2	451.9	19.2	21.40	0.64	16.7	26.6	265.7	11.3	20.00	0.60	3.1	5.0	49.7	2.1
12	21.00	0.63	32.8	52.1	521.4	22.2	27.70	0.83	21.6	34.4	343.9	14.6	28.20	0.85	4.4	7.0	70.0	3.0
11	27.10	0.82	42.3	67.3	672.8	28.6	38.30	1.15	29.9	47.5	475.4	20.2	38.10	1.14	5.9	9.5	94.6	4.0
10	32.20	0.97	50.2	79.9	799.4	34.0	54.00	1.62	42.1	67.0	670.3	28.4	53.70	1.61	8.4	13.3	133.3	5.7
9	40.00	1.20	62.4	99.3	993.1	42.2	67.10	2.01	52.3	83.3	833.0	35.3	74.20	2.23	11.6	18.4	184.2	7.8
8	43.60	1.31	68.0	108.2	1082.5	46.0	85.60	2.57	66.8	106.3	1062.6	45.1	91.60	2.75	14.3	22.7	227.4	9.6
7	42.20	1.27	65.8	104.8	1047.7	44.5	89.30	2.68	69.7	110.9	1108.5	47.0	98.00	2.94	15.3	24.3	243.3	10.3
6	39.10	1.18	61.0	97.1	970.8	41.2	82.50	2.48	64.3	102.4	1024.1	43.5	82.50	2.48	12.9	20.5	204.8	8.7
5	33.20	1.00	51.8	82.4	824.3	35.0	62.00	1.86	48.4	77.0	769.7	32.7	70.20	2.11	11.0	17.4	174.3	7.4
4	29.10	0.88	45.4	72.2	722.5	30.7	45.30	1.36	35.3	56.2	562.3	23.9	50.70	1.52	7.9	12.6	125.9	5.3
3	20.90	0.63	32.6	51.9	518.9	22.1	32.70	0.98	25.5	40.6	405.9	17.2	30.20	0.91	4.7	7.5	75.0	3.2
2	13.70	0.42	21.4	34.0	340.1	14.5	20.00	0.60	15.6	24.8	248.3	10.5	17.70	0.53	2.8	4.4	43.9	1.9
1	8.25	0.26	12.9	20.5	204.8	8.9	9.70	0.29	7.6	12.0	120.4	5.1	8.57	0.26	1.3	2.1	21.3	0.9
0	2.44	0.10	3.8	6.1	60.6	3.1	1.50	0.05	1.2	1.9	18.6	0.9	2.27	0.07	0.4	0.6	5.6	0.2
-1	5.03	0.17	7.8	12.5	124.9	5.6	9.01	0.27	7.0	11.2	111.8	4.8	10.40	0.31	1.6	2.6	25.8	1.1
-2	11.20	0.34	17.5	27.8	278.1	11.9	18.80	0.56	14.7	23.3	233.4	9.9	20.50	0.62	3.2	5.1	50.9	2.2
-3	16.70	0.51	26.1	41.5	414.6	17.7	29.10	0.87	22.7	36.1	361.2	15.3	33.80	1.01	5.3	8.4	83.9	3.6
-4	23.70	0.71	37.0	58.8	588.4	25.0	41.30	1.24	32.2	51.3	512.7	21.8	48.50	1.46	7.6	12.0	120.4	5.1
-5	33.40	1.00	52.1	82.9	829.2	35.2	59.30	1.78	46.3	73.6	736.1	31.2	62.40	1.87	9.7	15.5	154.9	6.6
-6	37.60	1.13	58.7	93.4	933.5	39.6	78.00	2.34	60.8	96.8	968.3	41.1	79.90	2.40	12.5	19.8	198.4	8.4
-7	45.10	1.35	70.4	112.0	1119.7	47.5	87.80	2.63	68.5	109.0	1089.9	46.2	97.50	2.93	15.2	24.2	242.1	10.3
-8	45.80	1.38	71.4	113.7	1137.1	48.3	93.20	2.80	72.7	115.7	1157.0	49.1	104.00	3.12	16.2	25.8	258.2	11.0
-9	41.00	1.23	64.0	101.8	1017.9	43.2	78.50	2.36	61.2	97.4	974.5	41.3	86.60	2.60	13.5	21.5	215.0	9.1
-10	36.40	1.09	56.8	90.4	903.7	38.4	65.90	1.98	51.4	81.8	818.1	34.7	68.90	2.07	10.7	17.1	171.1	7.3
-11	29.20	0.88	45.6	72.5	725.0	30.8	48.30	1.45	37.7	60.0	599.6	25.4	51.20	1.54	8.0	12.7	127.1	5.4
-12	24.40	0.74	38.1	60.6	605.8	25.8	35.40	1.06	27.6	43.9	439.4	18.6	38.00	1.14	5.9	9.4	94.3	4.0
-13	19.00	0.57	29.6	47.2	471.7	20.1	28.00	0.84	21.8	34.8	347.6	14.8	31.20	0.94	4.9	7.7	77.5	3.3
-14	16.90	0.51	26.4	42.0	419.6	17.9	20.30	0.61	15.8	25.2	252.0	10.7	24.90	0.75	3.9	6.2	61.8	2.6
-15	13.60	0.41	21.2	33.8	337.7	14.4	16.50	0.50	12.9	20.5	204.8	8.7	19.10	0.57	3.0	4.7	47.4	2.0

Tabula 3. Alumīnijā inducētās strāvas lineārā blīvuma moduļa atkarība no bezdimensionālās šķērslauka frekvences.

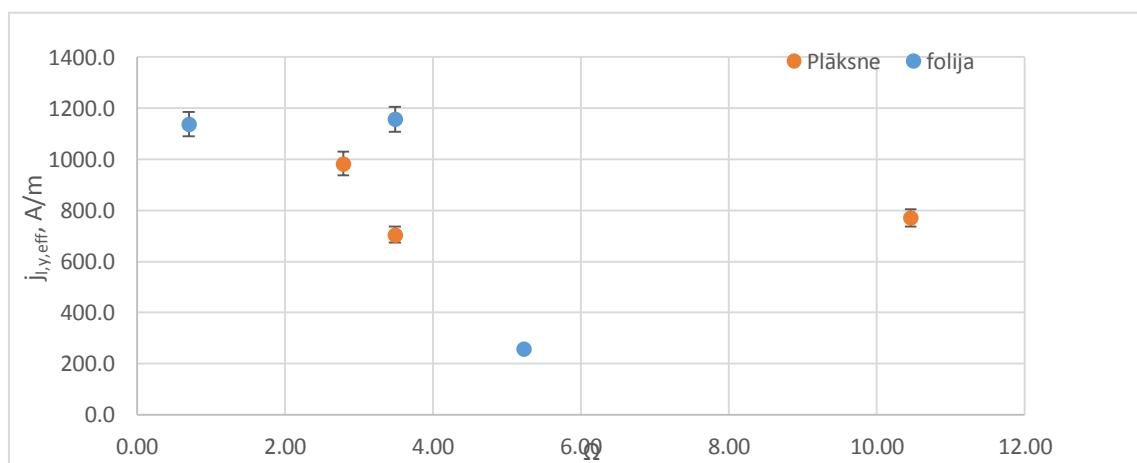
	f , kHz	Ω	$j_{l,y}^{1A,max}$, A/m	$\Delta j_{l,y}^{1A,max}$, A/m	$\Delta\varphi \pm 3, ^\circ$	$j_{Re,l,y}^{1A,max}$, A/m	$\Delta j_{Re,l,y}^{1A,max}$, A/m	$j_{Im,l,y}^{1A,max}$, A/m	$\Delta j_{Im,l,y}^{1A,max}$, A/m
Folija	20	0.70	1137.1	48.3	52.8	652.2	48.8	931.5	5.2
	100	3.49	1157.0	49.1	36	924.0	36.5	696.3	10.6
	150	5.23	258.2	11.0	10	253.5	2.6	49.3	18.5
Plāksne	0.4	2.79	982.8	46.5					
	0.5	3.49	705.1	31.2					
	1.5	10.46	770.7	32.9					



Attēls 3. 1A lielai induktora strāvai atbilstošais strāvas lineārā blīvuma sadalījums alumīnija folijā.



Attēls 4. Datormodelēšanas rezultāts alumīnija folijas strāvas lineārā blīvuma sadalījumam pie 1 A induktora strāvas.



Attēls 5. 1 A induktora strāvai atbilstošais maksimālais strāvas lineārā blīvuma modulis alumīnijā atkarībā no bezdimensionālās šķērslauka frekvences.

Aprēķinu piemēri:

- 1) Magnētiskā lauka x komponente alumīnija folijai ($x=0$ cm, $f=20$ kHz):

$$B_x = U / (2\pi S n f) = 2.44 / (1000 \cdot 2\pi \cdot 6.63 \cdot 10^{-5} \cdot 154 \cdot 10^4) = 3.8 \mu T$$

- 2) Lineārā virpuļstrāvas blīvuma y komponente alumīnija folijai ($x=0$ cm, $f=10$ kHz):

$$j_{l,y} = 2B_x / \mu_0 = 6.1 A/m$$

- 3) Lineārā virpuļstrāvas blīvuma y komponente alumīnija folijai uz 1A lielu induktora strāvu ($x=0$ cm, $f=10$ kHz):

$$j_{l,y}^{1A} = j_{l,y} / I_{sp} = 6.1 / 0.1 = 60.6 A/m$$

- 4) Kļūda lineārās virpuļstrāvas blīvuma y komponentei alumīnija folijai uz 1A lielu induktora strāvu ($x=0$ cm, $f=10$ kHz):

$$\Delta j_{l,y}^{1A} = j_{l,y}^{1A} \sqrt{(\Delta U / U)^2 + (\Delta I / I)^2} = 3.1 A/m$$

- 5) 10 kHz frekvencei atbilstošā bezdimensionālā šķērslauka frekvence:

$$\Omega = \mu_0 d L \sigma f / 2 = 0.70$$

- 6) Lineārā virpuļstrāvas blīvuma y komponentes maksimuma reālā daļa:

$$j_{Re,l,y}^{1A,max} = \Delta j_{l,y}^{1A,max} \cdot \cos(\Delta\varphi) = 253.3 A/m$$

- 7) Lineārā virpuļstrāvas blīvuma y komponentes maksimuma imaginārā daļa:

$$j_{Im,l,y}^{1A,max} = \Delta j_{l,y}^{1A,max} \cdot \sin(\Delta\varphi) = 49.3 A/m$$

Secinājumi:

Šajā laboratorijas darbā tika pētīts magnētiskā šķērslauka inducēto strāvu sadalījums alumīnija folijā un plāksnē.

Salīdzinot eksperimentāli iegūtos rezultātus alumīnija plāksnei ar datormodelēšanas iegūto virpuļstrāvu sadalījumu (Attēli 1,2) novērojams, ka eksperimentālie dati ir ar stipri lielākiem lineārās strāvas blīvumiem. Šīs tendences varētu būt skaidrojamas ar pieņēmumu, ka pie mazākām induktora strāvas frekvencēm radītais magnētiskais lauks pie plāksnes virsmas nav perpendikulārs. Tas liecina par to, ka induktora radītais magnētiskais lauks un virpuļstrāvu radītais lauks nav atdalīts.

Līdzīgi secinājumi izdarāmi aplūkojot iegūtos rezultātus alumīnija folijas gadījumā (Attēls 3). Palielinoties induktora strāvas frekvencei virpuļstrāvas pie $x=0$ cm samazinās. Redzams, ka pie lielākām frekvencēm virpuļstrāvas ir stiprākas, kas apstiprina sakarību, ka magnētiskā lauka inducētais EDS ir proporcionāls lauka frekvencei.

Vienādojums $|I_{pl} / 2I_{sp}| = \Omega / \sqrt{1 + \Omega^2}$ apgalvo, ka virpuļstrāvām vajadzētu palielināties līdz ar Ω , taču tas netiek novērots. Virpuļstrāvu samazināšanās palielinoties Ω skaidrojama ar nespēju atdalīt induktora radīto magnētisko lauku no virpuļstrāvu radītā lauka.