

4. ПОБУЂИВАЊЕ МАГНЕТНОГ КОЛА И МЕРЕЊЕ ГУБИТАКА У ЊЕМУ

4.1 ТЕОРИЈСКИ ДЕО

Мерењем ефективне вредности струје (I), напона (U) и снаге (P) коју магнетно коло прикључено на наизменичан напон узима из мреже могуће је одредити еквивалентну струју магнећења.

Струја магнећења има две компоненте: активну и реактивну.

Активна компонента струје магнећења је у фази са прикљученим напоном и сразмерна је са губицима у магнетном колу. Рачуна се као количник измерене вредности снаге и напона.

Реактивна компонента струје магнећења заостаје за $\frac{\pi}{2}$ у односу на прикључени напон, магнетише магнетно коло. Рачуна се преко ефективне струје и њене активне компоненте по формули:

$$I_q = \sqrt{I^2 - I_a^2}$$

Постоје две врсте губитака у магнетном колу. То су губици услед магнетног хистерезиса (губици у бакру) и губици услед вихорних струја (губици у гвожђу).

Губици услед магнетног хистерезиса:

Губици услед магнетног хистерезиса сразмерни су са површином хистерезисне петље која представља неједнозначност зависности магнетне индукције B од јачине магнетног поља H . Рачуна се по формули:

$$P_v = \eta \cdot f \cdot B_{\max}^2 \cdot M_{Fe}$$

Губици услед вихорних струја:

Према Фарадејевом закону електромагнетне индукције индуковаће се ЕМС, која ће изазвати појаву вихорних струја супротног смера које теже да створе сопствено поље јер су проводне контуре затворене. Такве струје ће утицати на сузбијање промене флукса који их је узроковао. Употребом изолованих магнетних лимова и додавањем силицијума сузбија се утицај вихорних струја и долази до смањења ових губитака. Губитке услед вихорних струја се могу одредити изразом:

$$P_v = \sigma \cdot f^2 \cdot B_{\max}^2 \cdot M_{Fe}$$

4.2 ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

Задатак вежбе:

Одредити губитке датог магнетног кола и након тога нацртати следеће функције:

$$I_p = f(U); I_q = f(U); U = f(I_q); L = f(I_q); \sum P = f(U); P_{cu} = f(U);$$

$$P_{Fe} = f(U); P_{Fe} = f(U^2); \cos \varphi = f(U).$$

Примењена метода и опис вежбе:

За извођење ове вежбе се користи мерни уређај „Voltcraft energy logger 4000”.

Овај уређај замењује више врста мерних инструмената. Уз помоћ овог уређаја може се мерити напон, струја, активна снага, привидна снага и фактор снаге. Пошто је у питању дигитални мерни уређај грешке при мерењу су значајно смањене у односу на мерење класичним мерним инструментима (амперметар, волтметар, ватметар...). Уграђена меморија овог уређаја бележи потрошњу енергије било ког повезаног уређаја током периода од 6 месеци. Сва читавања могу се пренети на рачунар коришћењем било које стандардне меморијске картице (SD) ради даље анализе и чувања записа. Има могућност увида у потрошњу енергије до 10 уређаја.

На дисплеју је могуће прочитати потрошњу електричне енергије, активну и привидну снагу, фактор снаге, јачину електричне струје и напон. Потрошња овог уређаја је скоро занемарљива.

Детаљније информације о уређају могу се пронаћи на следећем линку:

<https://www.conrad.com/p/voltcraft-energy-logger-4000-energy-consumption-meter-selectable-energy-tariffs-energy-cost-calculator-125444>

Снагу губитака у магнетном колу рачунамо аналитички користећи вредности добијене мерним уређајем.

$$P_{Cu} = R_{Cu} \cdot I^2; P_{Fe} = P - P_{Cu}.$$

Директним мерењем отпорности на крајевима намотаја датог магнетног кола добијена је вредност за R_{cu} која износи 0,4 Ω .

Спецификација опреме и прибора за вежбу:

Магнетно коло:

називни напон: 220 V
називна струја: 5,45 A



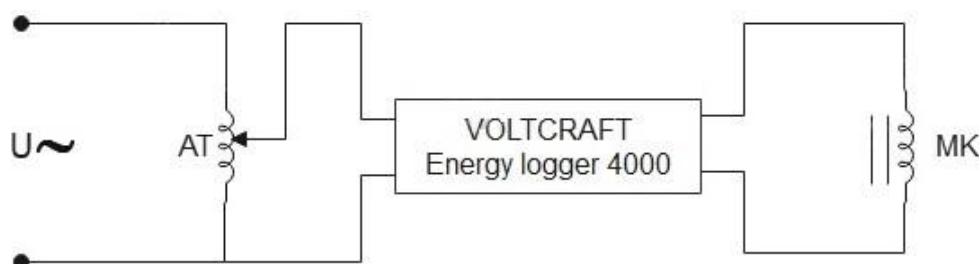
Аутотрансформатор:

произвођач: ЗИП
врста: аналогни
напонски опсег: 250 V
максимална струја: 4 A



Мерни уређај:

произвођач: Voltcraft
врста: дигитални
радни напон: 230V (AC)
радна јачина струје: 0,01-15 A

**Електрична шема:**

Поступак извођења вежбе:

1. повезати елементе електричног кола према шеми,
2. преконтролисати везе и позвати асистента ради контроле,
3. ставити елементе кола под напон (у присуству асистента),
4. за различите измерене вредности снаге одредити потребне величине за одређивање губитака у магнетном колу.
5. резултате мерења унети у програм [mkgubici2024.xlsx](#) који ће их аутоматски обрадити.

Резултати мерења

Табела:

Broj merenja:	U		P		1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.	
	(V)	U*U	I (A)	(W)	S (VA)	cos φ	R _{cu}	P _{cu}	P _{fe}	Q	I _p	I _q	X	L						
1	40,12	1609,61	0,08	1,6	3,4	0,47	0,4	0,00	1,60	2,89	0,04	0,07	536,54	1,71						
2	45,56	2075,71	0,09	2	4,1	0,49	0,4	0,00	2,00	3,58	0,04	0,08	579,95	1,85						
3	53,54	2866,53	0,10	2,8	5,5	0,51	0,4	0,00	2,80	4,96	0,05	0,09	605,53	1,93						
4	62,09	3855,17	0,11	3,6	6,8	0,53	0,4	0,00	3,60	6,25	0,06	0,09	668,27	2,13						
5	74,89	5608,51	0,12	5	9,2	0,54	0,4	0,01	4,99	8,64	0,07	0,10	726,24	2,31						
6	87,86	7719,38	0,14	6,7	12,1	0,55	0,4	0,01	6,69	11,53	0,08	0,11	766,14	2,44						
7	103,5	10712,25	0,15	8,9	16	0,56	0,4	0,01	8,89	15,43	0,09	0,13	805,66	2,56						
8	119,3	14232,49	0,17	11,4	20,7	0,55	0,4	0,01	11,39	20,14	0,10	0,14	823,73	2,62						
9	136	18496,00	0,19	14,3	26,5	0,54	0,4	0,02	14,28	25,95	0,11	0,16	829,03	2,64						
10	149,4	22320,36	0,21	16,9	32	0,53	0,4	0,02	16,88	31,47	0,11	0,18	821,41	2,61						
11	164,7	27126,09	0,24	20	39,2	0,51	0,4	0,02	19,98	38,69	0,12	0,20	804,59	2,56						
12	177,2	31399,84	0,26	22,6	45,8	0,49	0,4	0,03	22,57	45,30	0,13	0,22	788,23	2,51						
13	191,1	36519,21	0,29	25,8	54,6	0,47	0,4	0,03	25,77	54,13	0,14	0,25	758,92	2,42						
14	202,3	40925,29	0,31	28,5	62,7	0,45	0,4	0,04	28,46	62,24	0,14	0,28	732,79	2,33						
15	216,4	46828,96	0,35	32,1	75	0,43	0,4	0,05	32,05	74,57	0,15	0,31	690,86	2,20						
16	237,1	56216,41	0,42	37,8	99,2	0,38	0,4	0,07	37,73	98,82	0,16	0,39	612,94	1,95						
17	252,4	63705,76	0,49	42,2	123,3	0,34	0,4	0,10	42,10	122,96	0,17	0,46	549,88	1,75						
18	262,2	68748,84	0,55	45,3	142,9	0,32	0,4	0,12	45,18	142,58	0,17	0,52	507,26	1,61						

За рачунање потребних параметара испитиваног магнетног кола коришћене су једначине:

$$1. \cos \varphi = \frac{P}{S};$$

$$2. P_{CU} = R_{CU} * I^2;$$

$$3. P_{FE} = P - P_{CU};$$

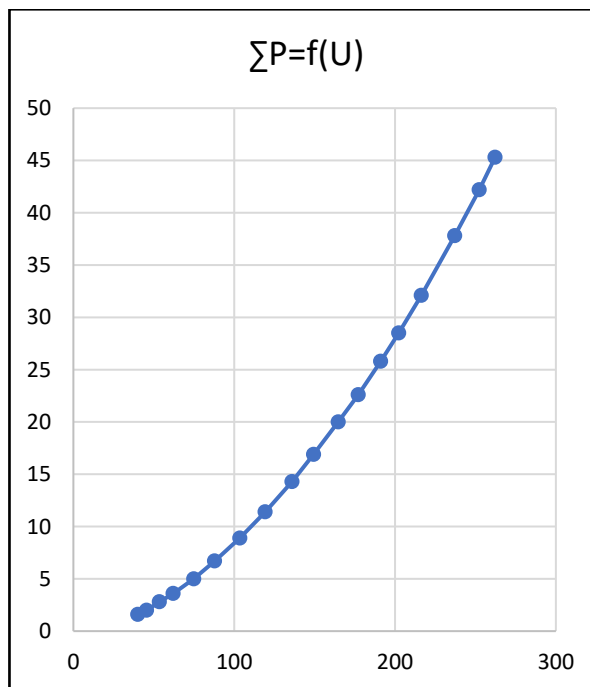
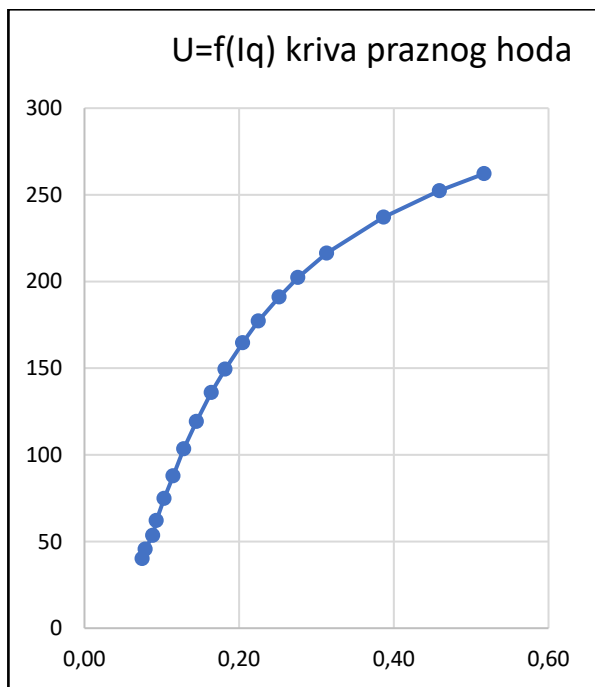
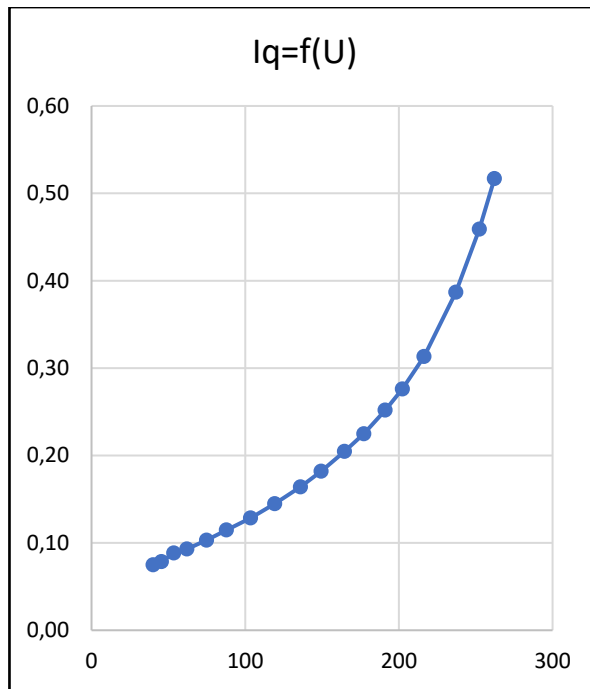
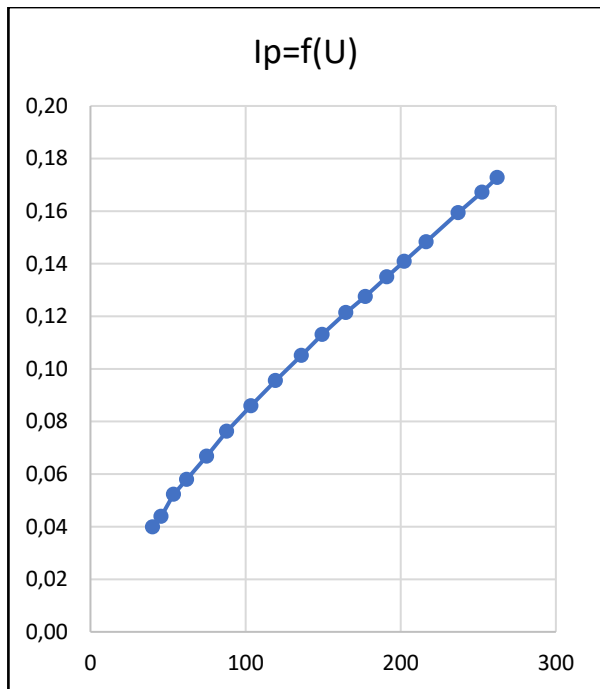
$$4. Q = \sqrt{S^2 - P^2};$$

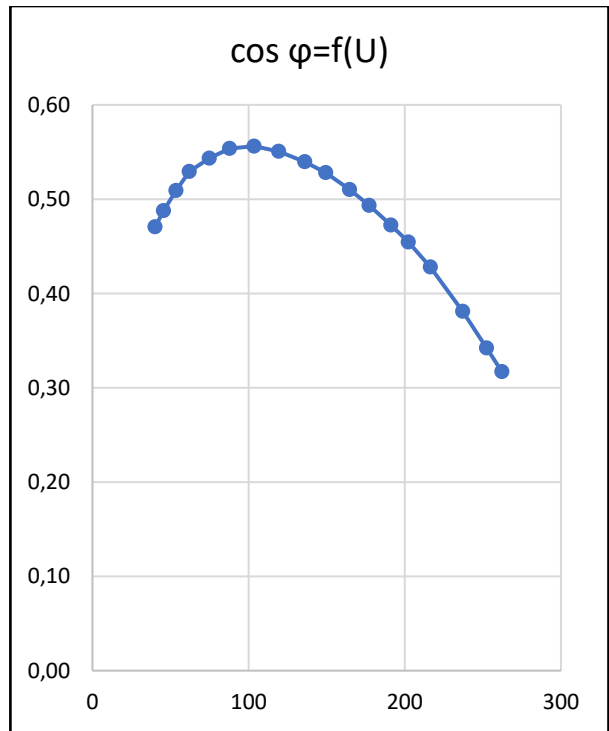
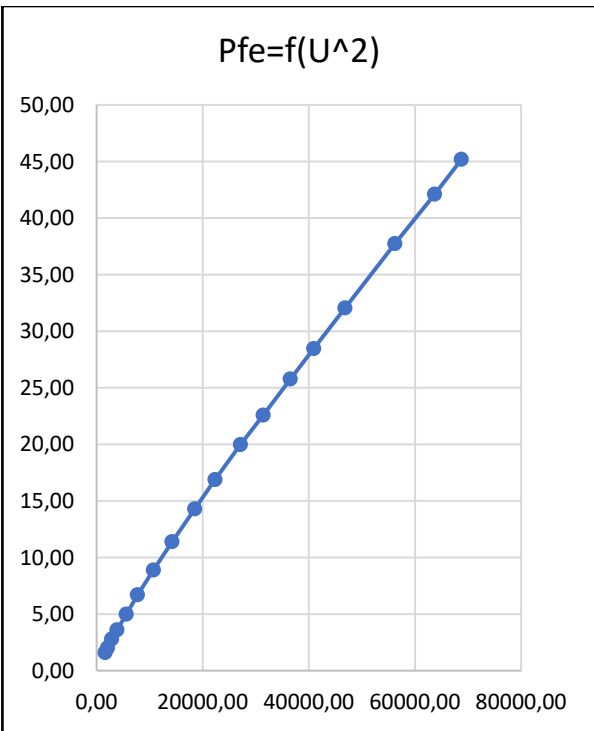
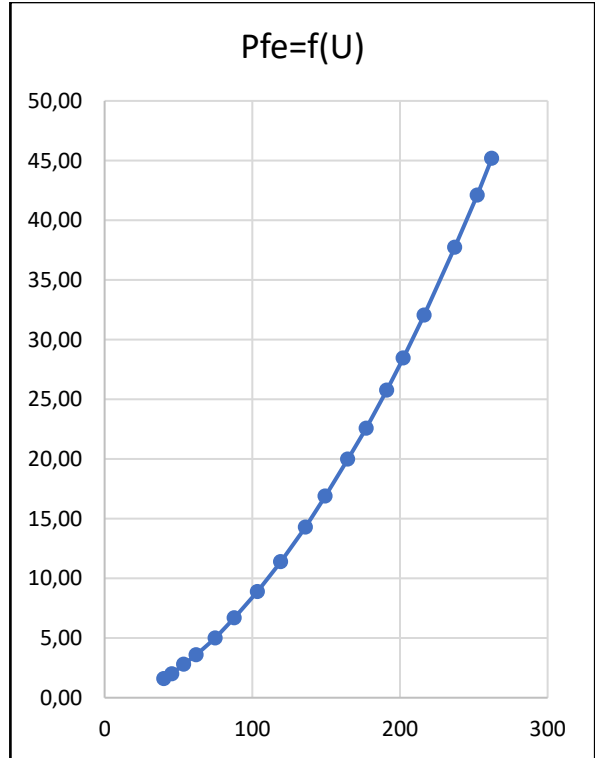
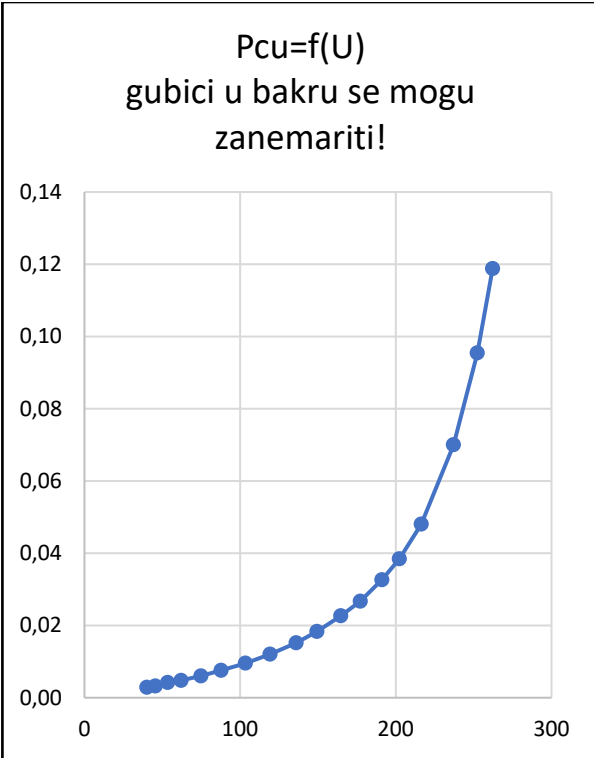
$$5. I_p = \frac{P}{U};$$

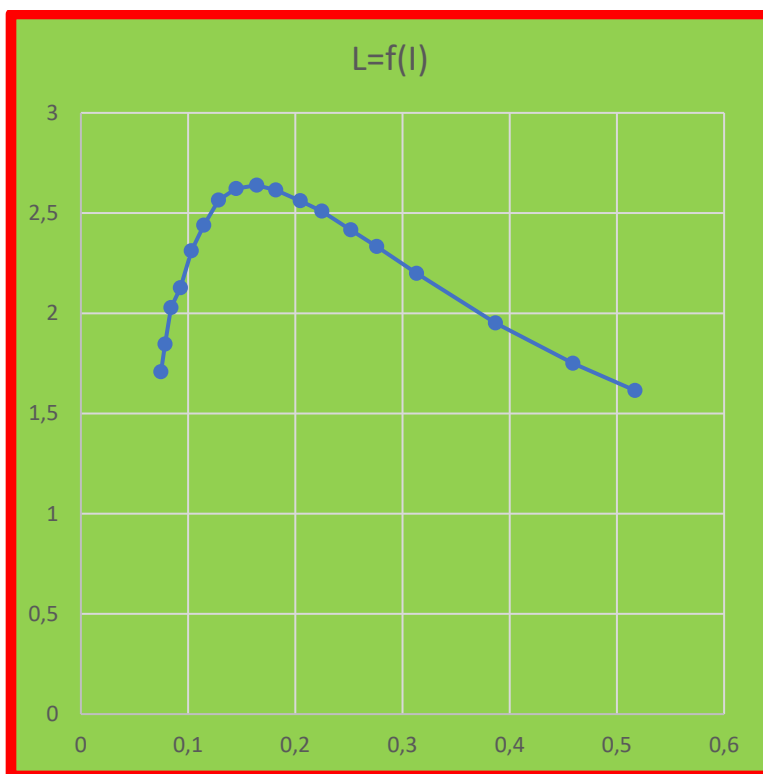
$$6. I_q = \sqrt{I^2 - I_p^2};$$

$$7. X = \frac{U}{I_q};$$

$$8. L = \frac{X}{2 * \pi * f}$$







Са последње слике се примећује одлично поклапање у односу на теоријски очекиване резултате.

