

4. ПОБУЂИВАЊЕ МАГНЕТНОГ КОЛА И МЕРЕЊЕ ГУБИТАКА У ЊЕМУ

4.1 ТЕОРИЈСКИ ДЕО

Ако се магнетно коло прикључи на наизменичан напон и измере се ефективна вредност струје магнећења (I), напон (U) и снага (P) коју коло узима из мреже, могуће је одредити радну и реактивну компоненту еквивалентне струје магнећења.

Радна компонента еквивалентне струје магнећења је струја која је сразмерна са губицима магнетног кола. Фазор ове струје је у фази са прикљученим напонам. Радна компонента струје се рачуна преко измерене снаге и измереног напона:

$$I_p = \frac{P}{U}$$

Реактивна компонента еквивалентне струје магнећења је струја која магнети магнетно коло. Она је чисто реактивна. У односу на побудни напон заостаје за $\frac{\pi}{2}$ радијана. Реактивна компонента струје се рачуна преко ефективне струје и њене активне компоненте:

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

Треба водити рачуна о систематској грешци коју стварају инструменти (узети у обзир отпорности волтметра и напонског дела ватметра).

Посебно се мора водити рачуна о томе да се за мерење струје и напона користе мерни инструменти са меким гвожђем или електродинамички мерни инструменти који мере ефективне вредности. Не треба користити инструменте са исправљачима и кретним калемовима ако нисмо сигурни да је мерена величина просто хармонична.

Губици у магнетном колу се деле на губитке услед хистерезиса и губитке услед вихорних струја.

Губици услед магнетног хистерезиса:

Ако се магнетно коло побуђује наизменичном струјом може се приметити да зависност магнетне индукције B од јачине магнетног поља H није једнозначна (долази до заостајања магнетне индукције B у односу на магнетно поље H). Разлог је у томе што феромагнетни материјал пружа отпор магнетизирању. Цео циклус магнетизације и демагнетизације се назива магнетни хистерезис, а затворена крива линија на графику $B = f(H)$ се назива хистерезисна петља. Губици који се тада јављају су сразмерни са површином хистерезисне петље. Рачунамо их помоћу емпиријске формуле:

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

Губици услед вихорних струја:

Губици услед вихорних струја се јављају при промени магнетног поља у електрично проводној средини (долази до индуковања емс и појаве вихорних струја). Сузбијање утицаја вихорних струја и смањење губитака постиже се на тај начин што се

уместо масивних комада метала за израду магнетних кола употребљавају медусобно изоловани магнетни лимови. Губитке услед вихорних струја одређујемо следећим изразом:

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

4.2 ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА

Задатак вежбе:

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

$$I_p = f(U_0), I_q = f(U_0), I_0 = f(U_0), P_0 = f(U_0), P_0 = f(I_0) \text{ и } \cos \varphi = \frac{P_0}{U_0 I_0} = f(U_0)$$

Примењена метода и опис вежбе:

За извођење ове вежбе се користе мерни инструменти ватметар, амперметар и волтметар. При мерењу са овим инструментима јавља се систематска грешка која се често може уклонити или смањити рачунским путем. Ова систематска грешка зависи како од карактеристика мерних инструмената, тако и од шеме њиховог повезивања.

Обрасци по којима ће се рачунавати праве вредности појединих електричних величина у овој вежби, кориговани су у односу на систематске грешке тако да је њихов утицај практично отклоњен.

Ватметар мери снагу P_0' коју узимају магнетно коло, волтметар и унутрашњи отпор дела ватметра. Према томе

$$P_0 = P_0' - \frac{U_0^2}{R_{vw}}$$

где је:

$$R_{vw} = \frac{R_v \cdot R_w}{R_v + R_w}$$

резултантни унутрашњи отпор волтметра и унутрашњи отпор напонског дела ватметра.

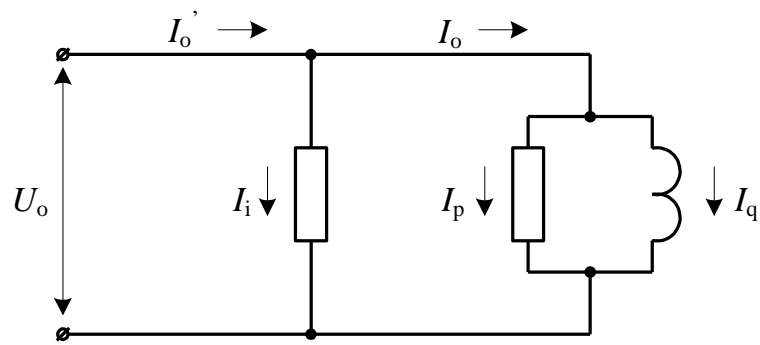
Снага губитака у магнетном колу је:

$$P_{\text{Fe}} = P_0 - P_{\text{Cu}}, \quad P_{\text{Cu}} = R_{\text{Cu}} \cdot I_0^2$$

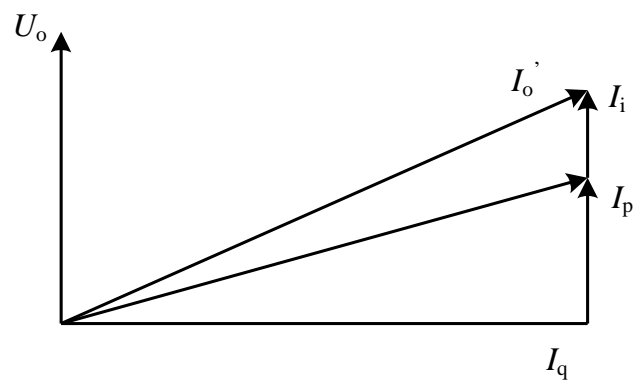
где је I_0 струја кроз намотај у магнетном колу.

Струја I_0' коју мери амперметар разликује се од струје I_0 само у активној компоненти због губитака у волтметру и напонском колу ватметра.

Помоћу следеће шеме и фазног дијаграма могуће је одредити аналитички израз за струју I_0 .



Слика 4.1



Слика 4.2

$$I_q^2 + I_p^2 = I_o^2$$

$$I_q^2 = I_q^2 + (I_p + I_i)^2 = I_q^2 + I_p^2 + 2I_p I_i + I_i^2 = I_o^2 + 2I_p I_i + I_i^2$$

$$I_p = \frac{P_0}{U_0}, \quad I_i = \frac{U_0}{R_{vw}}$$

$$I_o = \sqrt{I_o'^2 - 2 \frac{P_0}{R_{vw}} - \frac{U_0^2}{R_{vw}^2}}$$

Спецификација опреме и прибора за вежбу:

Магнетно коло:

називни напон

називна струја

отпорност намотаја



Ватметар:

произвођач

врста

класа тачности

мерни опсег

унутрашња отпорност



Волтметар:

произвођач

врста

класа тачности

мерни опсег

унутрашња отпорност



Амперметар:

произвођач

врста

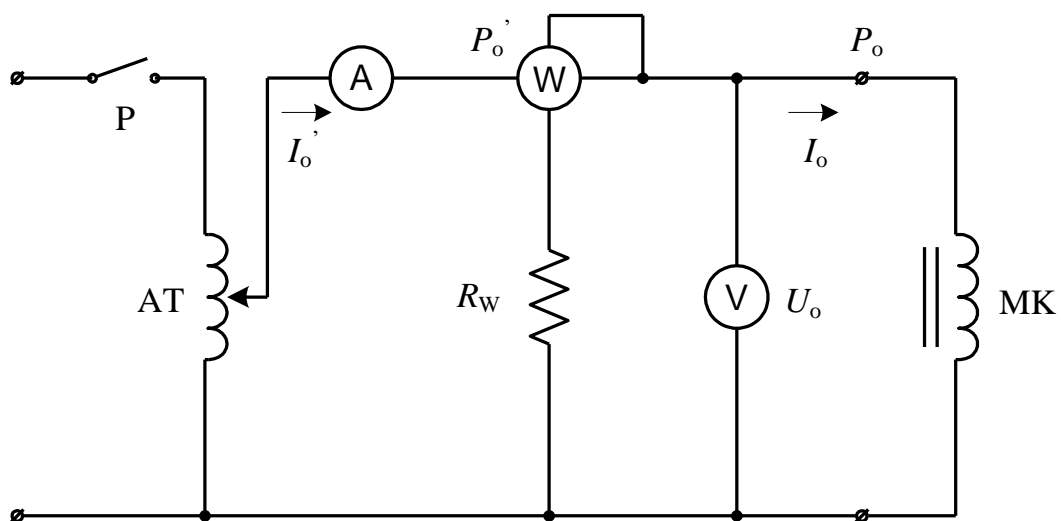
класа тачности

мерни опсег

унутрашња отпорност



Електрична шема:



Слика 4.3: 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 пет различитих измерених снага измерити потребне величине за одређивање губитака у магнетном колу.
5. резултате мерења унети у програм *губици у магнетном колу.xls* који ће их аутоматски обрадити.

Резултати мерења:

$P_0 [\text{W}]$	$U_0 [\text{V}]$	$I_0' [\text{A}]$	$P_0 [\text{W}]$	$I_0 [\text{A}]$	$P_{\text{Cu}} [\text{W}]$	$P_{\text{Fe}} [\text{W}]$	$\cos \varphi [\text{rad}]$
2	50	0,09	1,802083	0,088312	0,0039	1,798184	0,408118
4	75	0,1	3,554688	0,096964	0,004701	3,549987	0,488801
7	100	0,12	6,208333	0,115561	0,006677	6,201656	0,537234
15	150	0,171	13,21875	0,164338	0,013504	13,20525	0,536242
26	200	0,235	22,83333	0,226625	0,02568	22,80765	0,503768
38	250	0,325	33,05208	0,316228	0,05	33,00208	0,418079

Температура побудног намотаја: $\theta = 19^\circ \text{C}$

