Politechnika Łódzka,

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych,

Zespół Przekładników i Kompatybilności Elektromagnetycznej

*Grupa dziekańska* .....................

*Rok akademicki* .....................

**LABORATORIUM**

**PRZEKŁADNIKÓW**

**ĆWICZENIE 6**

***Wyznaczanie błędów prądowego i kątowego transformacji harmonicznych prądu odkształconego przez indukcyjne przekładniki prądowe***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nazwisko i imię | Numer albumu | Ocena kolokwium  | Ocena sprawozdania |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**3. Badania laboratoryjne**

Zanotować dane znamionowe badanego przekładnika prądowego. Pomiary należy wykonać dla prądów odkształconych o częstotliwości podstawowej 50 Hz zawierających pojedynczą wyższą harmoniczną. Należy zastosować wskazany układ pomiarowy:



Na schemacie pomiarowym zastosowano następujące oznaczenia:

*CW* – cyfrowy watomierz,

*CS* – kanał przystosowany do przyłączenia sondy prądowej/napięciowej modułu pomiarowego CW

*i1A* – wartość chwilowa prądu dodatkowego uzwojenia,

*i2* – wartość chwilowa prądu wtórnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

*iR* – wartość chwilowa prądu różnicowego,

*RL* – rezystor odwzorowujący obciążenie uzwojenia wtórnego w warunkach normalnej pracy,

*RR* – rezystor o wartości rezystancji 10 Ω i indukcyjności poniżej 10 µH przeznaczony do pomiaru napięcia umożliwiającego wyznaczenie prądu przepływającego przez połączenie różnicowe między dodatkowym uzwojeniem a uzwojeniem wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

*RS* – rezystor o wartości rezystancji 0,1 Ω dla znamionowego prądu o wartości skutecznej 5 A i 1 Ω dla prądu 1 A oraz indukcyjności poniżej 10 µH przeznaczony do pomiaru napięcia umożliwiającego wyznaczenie prądu przepływającego przez dodatkowe uzwojenie,

*TS* – transformator separacyjny,

*V*– kanał napięciowy modułu cyfrowego watomierza.

***Wykonanie ćwiczenia:***

Wartość skuteczna harmonicznych odkształconego prądu dodatkowego uzwojenia pierwotnego przekładnika prądowego regulowana jest poprzez dwa kanały przedwzmacniacza. W pierwszy kanałem zadawana jest wartość skuteczna harmonicznej podstawowej, w drugim kanale dodawana jest wartość skuteczna wyższej harmonicznej. Częstotliwości harmonicznych regulowane są za pomocą dwukanałowego generatora arbitralnego. W jednym module cyfrowego watomierz wykonywane są pomiary harmonicznych napięć rezystorów pomiarowych: prądu dodatkowego uzwojenia przekładnika prądowego oraz prądu różnicowego. Pomiary wykonuje się używając funkcji cyfrowego watomierza: „Harmonic” 🡪 Mode „ON” („source” U2). W kanale V1 (odczyt wskazania U) realizowany jest pomiar napięcia rezystora prądu dodatkowego uzwojenia, a w kanale CS1 (odczyt wskazania I) prądu różnicowego przy czym dodatkowo wyznaczany jest kąt przesunięcia fazowego *ϕAhk* (odczyt wskazania φ). Dla zadanej harmonicznej należy wybrać odpowiedni rząd mierzonej harmonicznej („order” cyfrowego watomierza) za pomocą pokrętła. Wartości powinny być zmierzone z odpowiednio dobranymi zakresami pomiarowym oraz z włączoną funkcją „AVG” (average – uśrednianie). Zakresy pomiarowe cyfrowego watomierza niezależnie dla każdego z kanałów ustawiane są poprzez wybór odpowiedniego zakresu z wykorzystaniem funkcji „RANGE”.

***Przed rozpoczęciem pomiarów zanotować:***

Dane znamionowe przekładnika:

* znamionowa przekładnia prądowa –
* klasa dokładności 50 Hz –
* wartość obciążenia znamionowego –
* producent, model i typ przekładnika –

Zadane wartości prądu pierwotnego i wyższej harmonicznej:

Zadana wartość obciążenia uzwojenia wtórnego *RL*:

Rezystancja zastosowanego bocznika prądowego do pomiaru prądu różnicowego *RR*: **10 Ω**

Rezystancja zastosowanego bocznika prądowego do pomiaru napięcia umożliwiającego wyznaczenie prądu uzwojenia dodatkowego *RS*: **0,1 Ω (5 A) lub 1 Ω (1 A)**

Tabela 1. IPP I

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **kh** | **f [Hz]** | ***UShk*** | ***URhk*** | *ϕAhk* |
| 1 | 50 |  |  |  |
| 3 | 150 |  |  |  |
| 5 | 250 |  |  |  |
| 7 | 350 |  |  |  |
| 10 | 500 |  |  |  |
| 15 | 750 |  |  |  |
| 20 | 1000 |  |  |  |
| 25 | 1250 |  |  |  |
| 30 | 1500 |  |  |  |
| 35 | 1750 |  |  |  |
| 40 | 2000 |  |  |  |
| 45 | 2250 |  |  |  |
| 50 | 2500 |  |  |  |
| 55 | 2750 |  |  |  |
| 60 | 3000 |  |  |  |
| 65 | 3250 |  |  |  |
| 70 | 3500 |  |  |  |
| 75 | 3750 |  |  |  |
| 80 | 4000 |  |  |  |
| 85 | 4250 |  |  |  |
| 90 | 4500 |  |  |  |
| 95 | 4750 |  |  |  |
| 100 | 5000 |  |  |  |

Tabela 2. IPP II

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **kh** | **f [Hz]** | ***UShk*** | ***URhk*** | *ϕAhk* |
| 1 | 50 |  |  |  |
| 3 | 150 |  |  |  |
| 5 | 250 |  |  |  |
| 7 | 350 |  |  |  |
| 10 | 500 |  |  |  |
| 15 | 750 |  |  |  |
| 20 | 1000 |  |  |  |
| 25 | 1250 |  |  |  |
| 30 | 1500 |  |  |  |
| 35 | 1750 |  |  |  |
| 40 | 2000 |  |  |  |
| 45 | 2250 |  |  |  |
| 50 | 2500 |  |  |  |
| 55 | 2750 |  |  |  |
| 60 | 3000 |  |  |  |
| 65 | 3250 |  |  |  |
| 70 | 3500 |  |  |  |
| 75 | 3750 |  |  |  |
| 80 | 4000 |  |  |  |
| 85 | 4250 |  |  |  |
| 90 | 4500 |  |  |  |
| 95 | 4750 |  |  |  |
| 100 | 5000 |  |  |  |

Wartość skuteczna harmonicznej prądu dodatkowego uzwojenia przekładnika prądowego wyznaczana jest na podstawie zależności:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (19) |

Wartość procentowa błędu całkowitego *ε%Ihk* transformacji *hk* harmonicznej wyrażona jest zależnością:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20) |

Wartość skuteczna *hk* harmonicznej prądu wtórnego *I2hk* badanego indukcyjnego przekładnika prądowego obliczana jest na podstawie zależności:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (21) |

Procentowa wartość błędu prądowego transformacji harmonicznej jest określona zależnością:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (22) |

Wartości błędu kątowego transformacji harmonicznej prądu odkształconego wyznacza się z zależności:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (23) |

Znak błędu kątowego określany jest według poniższej tabeli:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *ϕAhk* | <0°:90°) | <90°:180°) | <180°:270°) | <270°:360°) |
| *ΔIhk* | [+] |
| *δϕhk* | [+] | [-] | [+] | [-] |
| *ΔIhk* | [-] |
| *δϕhk* | [-] | [+] | [-] | [+] |

Korzystając z zależności od (7) do (11) wyznaczyć wartości błędów całkowitego, prądowego i kątowego badanych indukcyjnych przekładników prądowych. Wyniki przestawić w tabeli:

Tabela 4. Wyniki IPP I

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **kh** | **f [Hz]** | ***I1Ahk*** | ***I2hk*** | ***ε%Ihk*** | ***ΔIhk*** | ***δϕhk*** |
| 1 | 50 |  |  |  |  |  |
| 3 | 150 |  |  |  |  |  |
| 5 | 250 |  |  |  |  |  |
| 7 | 350 |  |  |  |  |  |
| 10 | 500 |  |  |  |  |  |
| 15 | 750 |  |  |  |  |  |
| 20 | 1000 |  |  |  |  |  |
| 25 | 1250 |  |  |  |  |  |
| 30 | 1500 |  |  |  |  |  |
| 35 | 1750 |  |  |  |  |  |
| 40 | 2000 |  |  |  |  |  |
| 45 | 2250 |  |  |  |  |  |
| 50 | 2500 |  |  |  |  |  |
| 55 | 2750 |  |  |  |  |  |
| 60 | 3000 |  |  |  |  |  |
| 65 | 3250 |  |  |  |  |  |
| 70 | 3500 |  |  |  |  |  |
| 75 | 3750 |  |  |  |  |  |
| 80 | 4000 |  |  |  |  |  |
| 85 | 4250 |  |  |  |  |  |
| 90 | 4500 |  |  |  |  |  |
| 95 | 4750 |  |  |  |  |  |
| 100 | 5000 |  |  |  |  |  |

Tabela 5. Wyniki IPP II

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **kh** | **f [Hz]** | ***I1Ahk*** | ***I2hk*** | ***ε%Ihk*** | ***ΔIhk*** | ***δϕhk*** |
| 1 | 50 |  |  |  |  |  |
| 3 | 150 |  |  |  |  |  |
| 5 | 250 |  |  |  |  |  |
| 7 | 350 |  |  |  |  |  |
| 10 | 500 |  |  |  |  |  |
| 15 | 750 |  |  |  |  |  |
| 20 | 1000 |  |  |  |  |  |
| 25 | 1250 |  |  |  |  |  |
| 30 | 1500 |  |  |  |  |  |
| 35 | 1750 |  |  |  |  |  |
| 40 | 2000 |  |  |  |  |  |
| 45 | 2250 |  |  |  |  |  |
| 50 | 2500 |  |  |  |  |  |
| 55 | 2750 |  |  |  |  |  |
| 60 | 3000 |  |  |  |  |  |
| 65 | 3250 |  |  |  |  |  |
| 70 | 3500 |  |  |  |  |  |
| 75 | 3750 |  |  |  |  |  |
| 80 | 4000 |  |  |  |  |  |
| 85 | 4250 |  |  |  |  |  |
| 90 | 4500 |  |  |  |  |  |
| 95 | 4750 |  |  |  |  |  |
| 100 | 5000 |  |  |  |  |  |

*Podać przykładowe obliczenia dla dwóch wartości w każdej z kolumn*

**4. Opracowanie wyników pomiarowych**

W sprawozdaniu przedstawić charakterystyki błędów całkowitego, prądowego i kątowego wykreślone w funkcji częstotliwości transformowanej harmonicznej odkształconego prądu pierwotnego oraz uzasadnić ich przebieg. Omówić możliwe czynniki warunkujące ich wartości. W zależności od zakresu badań wykonywanych podczas ćwiczenia porównać charakterystyki wyznaczone dla dwóch indukcyjnych przekładników prądowych lub dla tego samego przekładnika w poszczególnych próbach pomiarowych i określić możliwe przyczyny występowania różnic w ich przebiegach.