



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 91641

(13) U

(51) МПК

G01R 27/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 01682**

(22) Дата подання заявки: **21.02.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.07.2014**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.07.2014, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):

**Родькін Дмитро Йосипович (UA),
Ромашихін Юрій Володимирович (UA),
Резнік Дмитро Володимирович (UA),
Ткаченко Юрій Вікторович (UA),
Потапов Антон Леонідович (UA)**

(73) Власник(и):

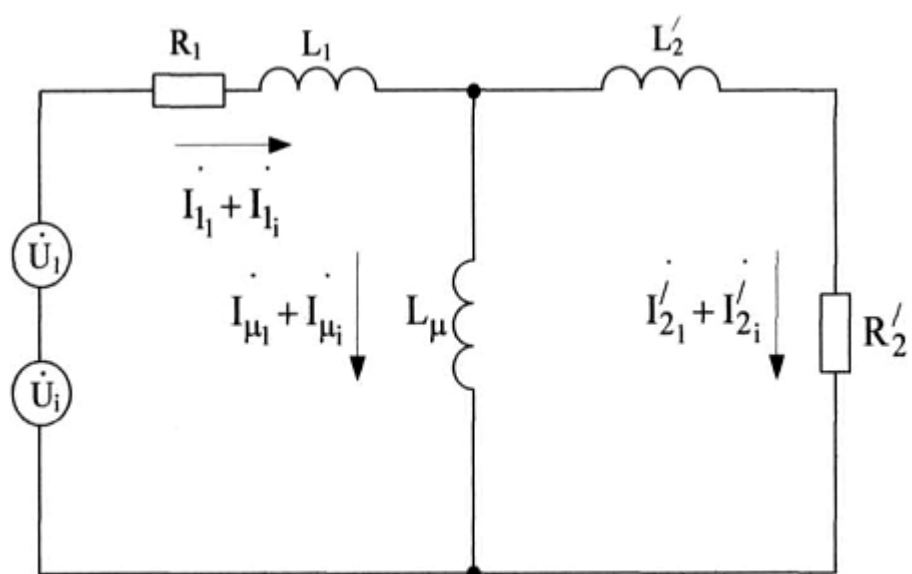
**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА
ОСТРОГРАДСЬКОГО,
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук,
Полтавська обл., 39600 (UA)**

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ДЖЕРЕЛА СИНУСОЇДНОЇ НАПРУГИ

(57) Реферат:

Спосіб визначення параметрів асинхронного двигуна при живленні від джерела синусоїдної напруги, який полягає у підключенні дослідного асинхронного двигуна до джерела живлення, з використанням частот напруги та струму, подачі напруги до асинхронного двигуна, цифрового запису напруги та струму, математичній обробці отриманих результатів, визначенні складових миттєвої потужності, формуванні системи ідентифікаційних рівнянь на основі рівнянь балансу потужності джерела напруги та на елементах схеми заміщення асинхронного двигуна, визначенні електромагнітних параметрів асинхронного двигуна шляхом розв'язання системи ідентифікаційних рівнянь, причому в схему заміщення асинхронного двигуна послідовно дійсному джерелу живлення підключають додаткове фіктивне джерело живлення з заданою амплітудою та частотою, яка менша від частоти напруги, тобто для діапазону частот 0-10 Гц, вимірюють напругу та струм від дійсного джерела живлення, визначають гармонічні складові миттєвої потужності для джерел живлення, включно з фіктивним джерелом та струмом від нього, елементів схеми заміщення, формують систему ідентифікаційних рівнянь балансу гармонік потужності для визначення електромагнітних параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна, визначають електромагнітні параметри та складові гармоніки струмів кіл схеми заміщення асинхронного двигуна від фіктивного джерела живлення.

UA 91641 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі електротехніки, зокрема до методів визначення електромагнітних параметрів асинхронних двигунів. Корисна модель може бути використана для задач ідентифікації електромагнітних параметрів (ЕМП) асинхронних двигунів (АД) при живленні від джерела синусоїдної напруги без виведення двигуна з технологічного процесу виробництва на підприємстві.

Відомий спосіб визначення активних та індуктивних опорів ротора [Способ определения активных и индуктивных сопротивлений рассеяния обмотки ротора асинхронного двигателя А.С. СССР 1372259: G01R 31/34 / Г.Г. Рогозин, Ю.И. Печуркин, В.И. Алексеев], за яким нерухомий АД підключають до однофазного джерела живлення промислової частоти, вимірюють значення напруги, струму статора та кута між ними, відключають джерело у момент переходу струму через нуль, вимірюють миттєві значення напруги, що загасає. За отриманими даними розраховують активні та індуктивні опори ротора.

Спільні ознаки із корисною моделлю, що заявляється:

- підключення АД до джерела живлення;
- вимірювання значення напруги, струму статора та кута між ними;
- визначення електромагнітних параметрів асинхронного двигуна.

Недоліками наведеного способу визначення параметрів є:

- низька точність результатів, що обумовлюється неврахуванням опорів, еквівалентних втратам у сталі ротора та статора, ефекту витіснення струму в роторі;
- необхідність у розбиранні АД для визначення індуктивного опору розсіювання статора;
- розділення операцій по визначенню параметрів двигуна (статора за однією схемою, а ротора - за іншою) робить зазначений спосіб малопридатним для практичного визначення параметрів АД.

Найбільш близьким технічним рішенням до корисної моделі, що заявляється, вибраним як прототип, є спосіб [Способ ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів з некоректно заданою інформацією: Корисна модель № 76422: G01R 27/08 / М.В. Загірняк, Д.Й. Родькін, Ю.В. Ромашихін, О.П. Чорний, В.В. Ящук, Д.І. Родькін, Ж.І. Ромашихіна - заявка № 201011459; опубліковано 26.04.2011, бюл. № 8/2011] ідентифікації електромагнітних параметрів асинхронних двигунів за Т-подібною схемою заміщення з використанням рівнянь балансу складових миттєвої потужності. Спосіб полягає у підключенні АД до джерела живлення, вимірюванні сигналів напруги та струму статора протягом періоду змінної напруги Т, формуванні системи рівнянь балансу складових миттєвої потужності, порядок якої визначається кількістю невідомих, розрахунку системи рівнянь, визначенні електромагнітних параметрів асинхронного двигуна. В схему заміщення асинхронного двигуна послідовно дійсному джерелу живлення підключають додаткове фіктивне джерело живлення з заданою амплітудою та частотою, які відрізняються від параметрів відомого джерела. Вимірюють напругу та струм від дійсного джерела живлення, визначають гармонічні складові миттєвої потужності для джерел живлення, включно з фіктивним джерелом та струмом від нього, елементів схеми заміщення. Визначають електромагнітні параметри та складові гармоніки струмів кіл схеми заміщення асинхронного двигуна.

Спільні ознаки із корисною моделлю, що заявляється:

- підключають додаткове фіктивне джерело живлення з заданою амплітудою та частотою;
- вимірюють напругу та струм від дійсного джерела живлення;
- визначають гармонічні складові миттєвої потужності для джерел живлення, включно з фіктивним джерелом та струмом від нього, елементів схеми заміщення, формують систему ідентифікаційних рівнянь балансу гармонік потужності для визначення електромагнітних параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна;
- визначають електромагнітні параметри та складові гармоніки струмів кіл схеми заміщення асинхронного двигуна від фіктивного джерела живлення.

Недоліком наведеного способу визначення ЕМП АД є недостатня точність визначення електромагнітних параметрів АД у зв'язку з використанням високочастотних джерел напруги та струму.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищити точність та достовірність визначення ЕМП АД шляхом використання рівнянь балансу складових миттєвої потужності при живленні від джерела синусоїдної напруги, що забезпечує точність визначення параметрів електричних машин при живленні від джерела синусоїдної напруги.

Згаданий технічний результат при реалізації корисної моделі досягається тим, що дослідний АД підключають до джерела синусоїдної напруги через датчики напруги та струму, вимірюють напругу та струм статора, обирають раціональну схему заміщення, задають параметри фіктивного джерела, визначають гармонічні складові миттєвої потужності, складають та

розв'язують систему рівнянь балансу з урахуванням реального та фіктивного джерела живлення, визначають опори, індуктивності та невідомі струми в контурах.

Запропонований спосіб пояснюється наступним кресленням, де на фіг. 1 наведена Т-подібна схема заміщення АД, на якій прийняті позначення: \dot{U}_1 - напруга живлення

асинхронного двигуна від дійсного джерела живлення; \dot{I}_{1_1} - струм статорного кола від дійсного джерела живлення; \dot{U}_i - напруга живлення асинхронного двигуна від фіктивного джерела

живлення; \dot{I}_{1_1} - струм статорного кола від фіктивного джерела живлення; \dot{I}_{2_1}' - струм роторного кола від дійсного джерела живлення; \dot{I}_{2_1}' - струм роторного кола від фіктивного джерела

живлення; \dot{I}_{μ_1} - струм кола намагнічування від дійсного джерела живлення; \dot{I}_{μ_1} - струм кола

намагнічування від фіктивного джерела живлення; R_1 - активний опір статорного кола; L_1 - індуктивність статорного кола; L_μ - індуктивність кола намагнічування; R_2' - приведений активний опір роторного кола; L_2' - приведена індуктивність роторного кола; на фіг. 2. наведені залежності від відносної частоти повного, активного та індуктивного опорів Т-подібної схеми заміщення, на якій прийняті наступні позначення: Z_Σ - повний опір; R_Σ - еквівалентний активний опір; X_Σ - еквівалентний індуктивний опір.

Спосіб здійснюється наступним чином: АД підключається до джерела синусоїдної напруги.

Вимірюються значення напруги $u(t)$ та струму $i(t)$ АД від дійсного джерела напруги \dot{U}_1 протягом періоду T (фіг. 1), додатково вводиться фіктивне джерело живлення з відомою амплітудою та частотою, відмінною від частоти мережі.

Сигнал напруги $u(t)$ та струму $i(t)$ записують у вигляді тригонометричних рядів:

$$u(t) = u_d(t) + u_{\text{шп}}(t) = U_1 \cos(\Omega t) + \sum_{n=1}^N U_{ni} \cos(\Omega_i t)$$

$$i(t) = i_d(t) + i_{\text{шп}}(t) = I_{1a} \cos(\Omega t) + I_{1b} \sin(\Omega t) +$$

$$+ \sum_{m=1}^M I_{mai} \cos(\Omega_i t) + \sum_{m=1}^M I_{mbi} \sin(\Omega_i t),$$

де: $u_d(t)$ - миттєве значення напруги дійсного джерела живлення;

$u_{\text{шп}}(t)$ - миттєве значення напруги фіктивного джерела живлення;

$U_1 \cos(\Omega t)$ - косинусна складова напруги від дійсного джерела живлення;

Ω_i - кругова частота i -го фіктивного джерела живлення;

n - номер гармоніки напруги;

N - число гармонік напруги;

i - кількість фіктивних джерел живлення;

$\sum_{n=1}^N U_{ni} \cos(\Omega_i t)$ - сума складових напруги на n -ій гармоніці фіктивного джерела живлення;

$i_d(t)$ - миттєве значення струму від дійсного джерела живлення; $i_{\text{шп}}(t)$ - миттєве значення струму фіктивного джерела живлення; $I_{1a} \cos(\Omega t)$ - косинусна складова струму від дійсного джерела живлення;

$I_{1b} \sin(\Omega t)$ - синусна складова струму від дійсного джерела живлення;

$\sum_{m=1}^M I_{mai} \cos(\Omega_i t)$ - сума косинусних складових струму на m -ій гармоніці;

$$\sum_{m=1}^M I_{mbi} \sin(\Omega_i t) - \text{сума синусних складових струму на } m\text{-ій гармоніці; } m - \text{номер гармоніки}$$

струму; M - число гармонік струму.

Кількість псевдоджерел залежить від кількості невідомих параметрів схеми заміщення. Стосовно до Т-подібної схеми заміщення (фіг. 1) невідомими параметрами є ЕМП схеми і гармоніки струмів в колі ротора і контурі намагнічування.

Введення одного додаткового псевдо джерела для Т-подібної схеми заміщення дозволяє скласти десять ідентифікаційних рівнянь балансу складових миттєвої потужності. Постійну складову отримують при відніманні відповідних одночастотних складових напруги та струму $\Omega_1 - \Omega_2$, тобто при $\Omega_1 = \Omega_2$. Синусні та косинусні складові отримують як суму або різницю

одночастотних і різночастотних складових.

Завдяки використанню псевдоджерела отримуються складові миттєвої потужності на джерелі живлення, на активному опорі й індуктивності.

При живленні АД низькочастотною напругою з'являються області частот, в яких спостерігається характерна зміна ЕМП. Зазначену властивість отримують при аналізі виразів для еквівалентних опорів Т-подібної схеми заміщення (фіг. 1):

- еквівалентний активний опір:

$$R_{\Sigma}(v) = R_1 + \frac{v^2 R_2 X_m^2}{R_2^2 + (vX_2 + vX_m)^2};$$

- еквівалентний індуктивний опір

$$X_{\Sigma}(v) = vX_1 + \frac{vR_2^2 X_m + v^3 X_2^2 X_m + v^3 X_2 X_m^2}{R_2^2 + (vX_2 + vX_m)^2},$$

де: X_1 - індуктивний опір статора; X_2 - індуктивний опір ротора; R_1 - активний опір статора; R_2 - активний опір ротора; X_m - опір контуру намагнічування.

Залежності зміни еквівалентних опорів схеми заміщення від частоти (фіг. 2) показують перегин, який пояснює перерозподіл енергії між контурами в області низьких частот. При цьому точки перегину залежно від потужності і конструкційних особливостей зміщуються відносно частоти. Тобто джерело живлення повинно забезпечувати необхідний гармонічний склад напруги та струму в діапазоні від 0 до 10 Гц. При цьому нехтуються втрати сталі зважаючи на їх незначний вплив, що дозволяє спростити процедуру визначення ЕМП АД.

Визначаються складові миттєвої потужності для джерел живлення, активного опору, індуктивності. У відповідності зі схемою заміщення АД (фіг. 1) складаються рівняння енергетичного балансу для складових гармонік миттєвої потужності. Для двох гармонік напруги і струму можна скласти десять ідентифікаційних рівнянь. Невідомими параметрами є електромагнітні параметри (активні опори та індуктивні статорного, роторного кола та кола намагнічування) та гармоніки струму від фіктивного джерела живлення.

Рівняння енергетичного балансу складаються у відповідності з тим, що складові гармонік миттєвої потужності джерела синусоїдної напруги дорівнюють сумі складових гармонік миттєвих потужностей на кожному елементі Т-подібної схеми заміщення асинхронного двигуна (фіг. 1).

Складається система рівнянь енергетичного балансу складових гармонік миттєвої потужності відповідно до схеми заміщення (фіг. 1):

$$\begin{cases} P_{0d} = \sum P_{0R_j}; \\ P_{ka_d} = \sum P_{ka_c R_j} + \sum P_{ka_c L_j}; \\ P_{kb_d} = \sum P_{kb_c R_j} + \sum P_{kb_c L_j}; \\ P_{ka_s d} = \sum P_{ka_s R_j} + \sum P_{ka_s L_j}; \\ P_{kb_s d} = \sum P_{kb_s R_j} + \sum P_{kb_s L_j}, \end{cases}$$

де P_{0d} - нульова складова гармонік миттєвої потужності джерела синусоїдної напруги; P_{ka_d}, P_{kb_d} - косинусні та синусні канонічні складові гармонік миттєвої потужності джерела синусоїдної напруги відповідно; $P_{ka_s d}, P_{kb_s d}$ - косинусні та синусні неканонічні складові гармонік миттєвої потужності джерела синусоїдної напруги відповідно; $\sum P_{0R_j}$ - сума постійних складових миттєвої потужності на активних опорах j -го кола;

$\sum P_{ka_c R_j}, \sum P_{kb_c R_j}, \sum P_{ka_c L_j}, \sum P_{kb_c L_j}$ - сума косинус них та синусних канонічних складових миттєвої потужності на активних опорах та індуктивностях j-го кола відповідно;
 $\sum P_{ka_s R_j}, \sum P_{kb_s R_j}, \sum P_{ka_s L_j}, \sum P_{kb_s L_j}$ - сума косинусних та синусних неканонічних складових миттєвої потужності на активних опорах та індуктивностях j-го кола відповідно.

- 5 З урахуванням отриманих вище виразів складаються рівняння для ідентифікації ЕМП АД з використанням енергетичного методу:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}(U_{1b1}I_{1b2} + U_{1a1}I_{1a2} + U_{1b2}I_{1b1} + U_{1a2}I_{1a1}) = \\ & = R_1(I_{1b1}I_{1b2} + I_{1a1}I_{1a2}) + R_2(I_{2b1}I_{2b2} + I_{2a1}I_{2a2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_1\Omega_1(I_{1a1}I_{1b2} - I_{1b1}I_{1a2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_2\Omega_1(I_{2a1}I_{2b2} - I_{2b1}I_{2a2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_m\Omega_1(I_{ma1}I_{mb2} - I_{mb1}I_{ma2}); \\ & \frac{1}{2}(U_{1a1}I_{1a2} + U_{1a2}I_{1a1} - U_{1b2}I_{1b1} - U_{1b1}I_{1b2}) = \\ & = R_1(I_{1a1}I_{1a2} - I_{1b1}I_{1b2}) + R_2(I_{2a1}I_{2a2} - I_{2b1}I_{2b2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_1\Omega_1(I_{1a1}I_{1b2} + I_{1b1}I_{1a2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_2\Omega_1(I_{2a1}I_{2b2} + I_{2b1}I_{2a2}) + \\ & + \frac{1}{2}L_m\Omega_1(I_{ma1}I_{mb2} + I_{mb1}I_{ma2}); \\ & \frac{1}{2}(U_{1a2}I_{1a2} - U_{ab2}I_{1b2}) = \frac{1}{2}R_1(I_{1a2}^2 - I_{1b2}^2) + \\ & + \frac{1}{2}R_2(I_{2a2}^2 - I_{2b2}^2) + L_1\Omega_1I_{1a2}I_{1b2}k + \\ & + L_2\Omega_1I_{2a2}I_{2b2}k + L_m\Omega_1I_{ma2}I_{mb2}k; \\ & \frac{1}{2}(U_{1a1}I_{1a1} - U_{1b1}I_{1b1}) = \frac{1}{2}R_1(I_{1a1}^2 - I_{1b1}^2) + \\ & + \frac{1}{2}R_2(I_{2a1}^2 - I_{2b1}^2) + L_1\Omega_1I_{1a1}I_{1b1} + \\ & + L_2\Omega_1I_{2a1}I_{2b1} + L_m\Omega_1I_{ma1}I_{mb1}; \\ & (U_{1b1}I_{1b1} + U_{1a1}I_{1a1}) = R_1(I_{1a1}^2 + I_{1b1}^2) + R_2(I_{2a1}^2 + I_{2b1}^2) \\ & (U_{1a2}I_{1a2} + U_{1b2}I_{1b2}) = R_1(I_{1a2}^2 + I_{1b2}^2) + R_2(I_{2a2}^2 + I_{2b2}^2) \\ & \frac{1}{2}(U_{1b2}I_{1a1} + U_{1a1}I_{1b2} - U_{1a2}I_{1b1} - U_{1b1}I_{1a2}) = \\ & = R_1(I_{1a1}I_{1b2} - I_{1b1}I_{1a2}) + R_2(I_{2a1}I_{2b2} - I_{2b1}I_{2a2}) - \\ & - \frac{1}{2}L_1\Omega_1(I_{1a1}I_{1a2} + I_{1b1}I_{1b2})(k-1) - \\ & - \frac{1}{2}L_2\Omega_1(I_{2a1}I_{2a2} + I_{2b1}I_{2b2})(k-1) - \\ & - \frac{1}{2}L_m\Omega_1(I_{ma1}I_{ma2} - I_{mb1}I_{mb2})(k-1); \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{2} (U_{1a2} I_{1b1} + U_{1a1} I_{1b2} + U_{1b2} I_{1a1} + U_{1b1} I_{1a2}) = \\
& = R_1 (I_{1a1} I_{1b2} + I_{1b1} I_{1a2}) + R_2 (I_{2a1} I_{2b2} + I_{2b1} I_{2a2}) - \\
& - \frac{1}{2} L_1 \Omega_1 (I_{1a1} I_{1a2} - I_{1b1} I_{1b2}) (k+1) - \\
& - \frac{1}{2} L_2 \Omega_1 (I_{2a1} I_{2a2} - I_{2b1} I_{2b2}) (k+1) - \\
& - \frac{1}{2} L_m \Omega_1 (I_{ma1} I_{ma2} - I_{mb1} I_{mb2}) (k+1); \\
& \frac{1}{2} (U_{1b2} I_{1a2} + U_{1a2} I_{1b2}) = R_1 I_{1a2} I_{1b2} + R_2 I_{2a2} I_{2b2} - \\
& - \frac{1}{2} L_1 \Omega_1 (I_{1a2}^2 - I_{1b2}^2) k - \frac{1}{2} L_2 \Omega_1 (I_{2a2}^2 - I_{2b2}^2) k - \\
& - \frac{1}{2} L_m \Omega_1 (I_{ma2}^2 - I_{mb2}^2) k; \\
& \frac{1}{2} (U_{1b1} I_{1a1} + U_{1a1} I_{1b1}) = R_1 I_{1a1} I_{1b1} + R_2 I_{2a1} I_{2b1} - \\
& - \frac{1}{2} L_1 \Omega_1 (I_{1a1}^2 - I_{1b1}^2) - \frac{1}{2} L_2 \Omega_1 (I_{2a1}^2 - I_{2b1}^2) - \\
& - \frac{1}{2} L_m \Omega_1 (I_{ma1}^2 - I_{mb1}^2)
\end{aligned}$$

Система рівнянь для двох частот матиме вигляд:

$$\begin{cases} I_{ma1} + I_{2a1} = I_{1a1}; \\ I_{mb1} + I_{2b1} = I_{1b1}; \\ I_{ma2} + I_{2a2} = I_{1a2}; \\ I_{mb2} + I_{2b2} = I_{1b2} \end{cases}$$

5

де I_{1a1}, I_{1b1} - косинусні та синусні складові струму статорного кола від дійсного джерела відповідно; I_{1a3}, I_{1b3} - косинусні та синусні складові струму статорного кола від фіктивного джерела відповідно; I'_{2a1}, I'_{2b1} - косинусні та синусні складові струму роторного кола від дійсного джерела відповідно; I'_{2a3}, I'_{2b3} - косинусні та синусні складові струму роторного кола від фіктивного джерела відповідно; $I_{\mu a1}, I_{\mu b1}$ - косинусні та синусні складові струму кола намагнічування від дійсного джерела відповідно; $I_{\mu a3}, I_{\mu b3}$ - косинусні та синусні складові струму кола намагнічування від фіктивного джерела відповідно.

10

Відповідно до фіг. 2 формують систему рівнянь та знаходять ЕМП схеми заміщення для одного значення k . Змінюють значення k в діапазоні від 0 до 10 Гц, формують систему рівнянь для кожного значення k , визначають ЕМП схеми заміщення для кожного значення k .

15

Відповідно $k = \frac{\Omega_k}{\Omega_1}$ - номер гармоніки. Мінімальна похибка визначення ЕМП відповідає точкам перегину. Відповідно остаточно вибирають ЕМП, які відповідають точкам перегину.

Корисна модель дозволяє підвищити точність ідентифікації ЕМП АД при живленні від джерела синусоїдної напруги без виводу двигуна з технологічного процесу.

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення параметрів асинхронного двигуна при живленні від джерела синусоїдної напруги, який полягає у підключенні дослідного асинхронного двигуна до джерела живлення, з використанням частот напруги та струму, подачі напруги до асинхронного двигуна, цифрового запису напруги та струму, математичній обробці отриманих результатів, визначенні складових миттєвої потужності, формуванні системи ідентифікаційних рівнянь на основі рівнянь балансу потужності джерела напруги та на елементах схеми заміщення асинхронного двигуна, визначенні електромагнітних параметрів асинхронного двигуна шляхом розв'язання системи ідентифікаційних рівнянь, який **відрізняється** тим, що в схему заміщення асинхронного двигуна

25

30

- 5 послідовно дійсному джерелу живлення підключають додаткове фіктивне джерело живлення з заданою амплітудою та частотою, яка менша від частоти напруги, тобто для діапазону частот 0-10 Гц, вимірюють напругу та струм від дійсного джерела живлення, визначають гармонічні складові миттєвої потужності для джерел живлення, включно з фіктивним джерелом та струмом від нього, елементів схеми заміщення, формують систему ідентифікаційних рівнянь балансу гармонік потужності для визначення електромагнітних параметрів схеми заміщення асинхронного двигуна, визначають електромагнітні параметри та складові гармоніки струмів кіл схеми заміщення асинхронного двигуна від фіктивного джерела живлення.

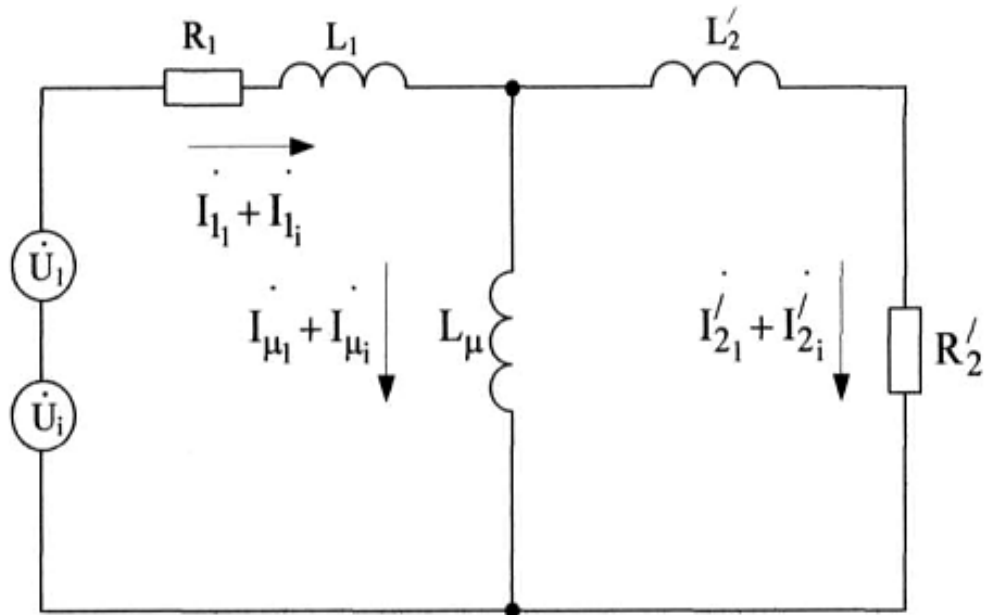


Fig. 1

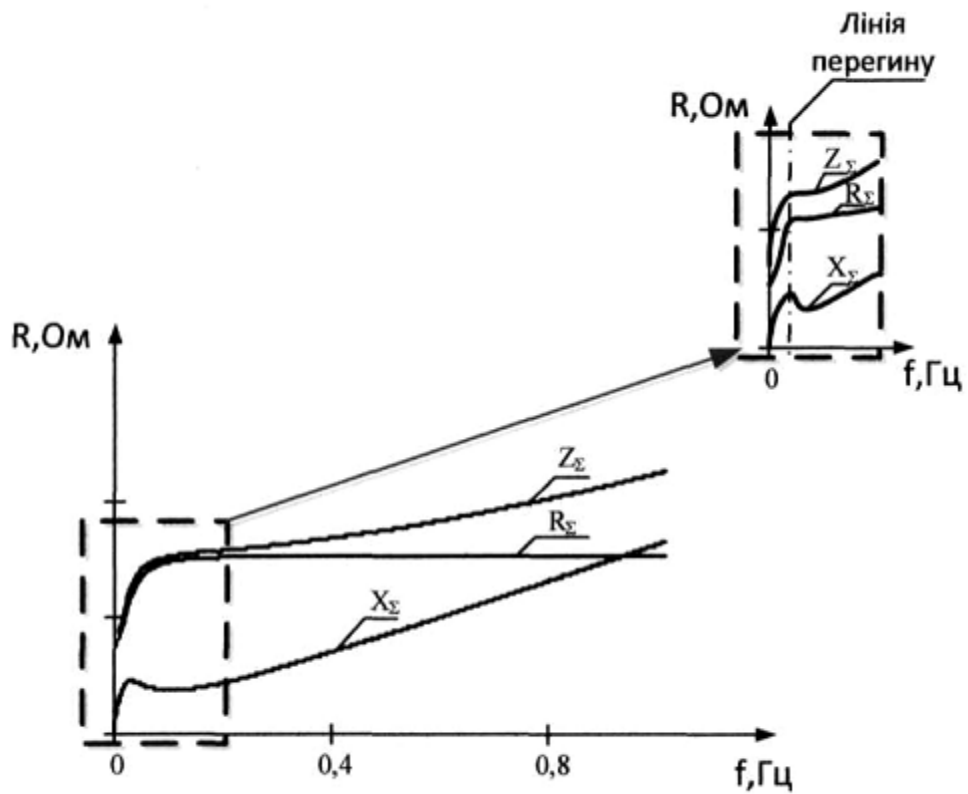


Fig. 2

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601