

УДК 621.311

Головко А. – ст. гр. ЕТ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ЖИВЛЕННЯ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПОСТІВ ТЕЛЕМЕТРІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Оробчук Б.Я.

Holovko A.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

POWER SUPPLY OF PERIPHERAL POSTS OF TELEMOMETRY POWER TRANSMISSION LINE MONITORING SYSTEMS

Supervisor: B. Orobchuk - Ph.D., Assoc., Prof.

Ключові слова: відбір потужності, трансформатор струму, лінія електропередачі
Keywords: power take-off, current transformer, power line

Втрати електроенергії внаслідок аварій через сильні вітри та ожеледь в деяких регіонах держави може становити 70-від 80% загальної річної втрати через відмову по всій країні. Для аналізу та контролю впливів вітру та ожеледі на проводи повітряних ліній електропередачі застосовуються спеціальні системи моніторингу [1]. Для живлення кіл керування периферійного посту телеметрії пропонується використовувати спеціальний одновитковий трансформатор струму (ТС) відбору потужності спеціальної конструкції, що складається з роз'ємного кільцевого сердечника, на якому розташовується вторинна багатовиткова обмотка. Такий трансформатор закріплюється навколо фазного дроту повітряної лінії, що є одночасно первинною обмоткою, і стягується болтами для забезпечення щільного контакту. Використання трансформатора струму для відбору потужності дозволить розширити функціональні можливості систем моніторингу за рахунок можливості локального вимірювання температури дроту [2].

Таким чином, метою роботи є дослідження та розробка моделі трансформатора відбору потужності, що дозволяє використовувати в якості живлення периферійних постів телеметрії систем моніторингу робочий струм контрольованої повітряної лінії електропередачі шляхом відбору потужності від робочої фази лінії.

Принцип дії трансформатора струму відбору потужності наступний: первинний струм у фазному дроті створює на його магнітопроводі магнітний потік, який при взаємодії зі вторинною обмоткою наводить в ній ЕРС, що викликає появу струму у вторинному колі. Для визначення необхідних параметрів ТС в залежності від потужності, що отримується від нього, необхідно математично описати взаємозв'язок між струмом проводу лінії та створюваним ним магнітним полем у вторинному колі ТС. ЕРС замкнутого контуру, яка обумовлена зміною магнітного потоку, що наводиться в цьому контурі, можна визначити за формулою:

$$E_1 = 2\pi f w_1 \Phi, \quad (1)$$

де f – частота змінного струму; w_1 - число витків первинної обмотки ТС.

Величина магнітного потоку Φ у магнітопроводі буде рівною:

$$\Phi = \mu \mu_0 \frac{S}{l} I_1 w_1, \quad (2)$$

де $\mu \neq const$ - відносна магнітна проникність матеріалу сердечника; $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м – магнітна постійна; S - площа поперечного перерізу магнітопроводу.

Тоді, враховуючи (1) та (2), можна визначити ЕРС первинного контуру:

$$E_1 = 2\pi f \mu \mu_0 \frac{S}{l} l_1 w_1^2. \quad (3)$$

Первинна напруга відповідно до другого закону Кірхгофа буде становити

$$U_1 = -E_1 + l_1(r_1 + jX_1), \quad (4)$$

де r_1 і X_1 - активний і реактивний опір первинної обмотки.

Індуктивний опір первинної обмотки можна визначити наступним чином:

$$X_1 = \frac{S}{l} = \mu \mu_0 \frac{S}{l} w_1^2. \quad (5)$$

Відповідно до явища взаємної індукції ЕРС, що наводиться у вторинному колі і обумовлена первинним струмом, визначається наступним чином:

$$E_2 = U_1 \frac{w_2}{w_1}, \quad (6)$$

де w_2 - число витків вторинної обмотки ТС.

Напруга на вторинній обмотці відповідно до другого закону Кірхгофа рівна:

$$U_2 = -E_2 - l_2(r_2 + jX_2), \quad (7)$$

де r_2 і X_2 - активний і реактивний опір вторинної обмотки.

Вторинний струм згідно із законом Ома можна визначити за формулою:

$$I_2 = U_1 \frac{E_2}{Z_2 + Z_H} - I_0, \quad (8)$$

де I_0 - струм намагнічування

Для підвищення вихідної потужності ТС можна встановити допоміжний ТС для додаткового підмагнічування. За допомогою додаткової вторинної обмотки створюється допоміжний магнітний потік, що дозволяє ТС працювати з найбільшою потужністю. Так як первинна обмотка складається з одного витка, то обумовлена первинним струмом магніторушійна сила є малою і наведена нею у вторинній обмотці ЕРС є також малою. Підмагнічування створює додаткову магніторушійну силу, що переміщає робочу точку характеристики намагнічування трансформатора струму в область найбільшої крутизни, обумовлюючи тим самим появу до додаткової ЕРС підмагнічування. Це дозволяє значно збільшити вихідне значення ЕРС вторинної обмотки і відповідно збільшити вторинний струм при тому ж значенні первинного струму. Для виключення трансформаторного зв'язку між обмоткою підмагнічування і вторинною обмоткою магнітопровід ТС слід секціонувати на два однакові сердечники, а обмотку підмагнічування і вторинну обмотку з'єднати між собою паралельно. При цьому у вторинному колі виникає додаткова струмова складова від підмагнічування.

Висновок. Значення вихідної потужності насамперед визначається величиною та характером навантаження. Умовою отримання максимальної величини вихідної потужності є рівність опору навантаження опору вторинної обмотки трансформатора відбору потужності.

1. Журахівський А.В., Казанський С.В., Матеєнко Ю.П., Пастух О.Р. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник – Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с.

2. Оробчук Б.Я, Бартошевський Р.В. Інтелектуальна система управління та контролю параметрів електричної мережі // Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]: ТНТУ, 2022. – С. 82-83.