



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 23.09.75 (P. 183528)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 12.04.77

Opis patentowy opublikowano: 12.10.1979

Int. Cl.²

G01R 27/20

G01R 31/02

Twórca wynalazku: Henryk Szukałski

Uprawniony z patentu: Biuro Studiów i Projektów Energetycznych
„Energoprojekt”, Poznań (Polska)

Sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym, zwłaszcza pomiędzy uziomem prostym lub układem uziomowym o dowolnej konfiguracji, a znajdującym się w pobliżu przewodem podziemnym.

Sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomami urządzeń elektroenergetycznych, a urządzeniami podziemnymi umożliwia między innymi określenie oddziaływania niebezpiecznego na te urządzenia prądów zwarciovych w sieci elektroenergetycznej, a to z kolei pozwala właściwie rozmieszczać uzbrojenie podziemne.

Znany jest sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym z artykułu prof. dr inż. M. Krakowskiego, zamieszczonego w „Archiwum Elektrotechniki” t. XXII, zeszyt 3, 1973 r. pt. „Influence of currents from nearby grounding arrangements on underground conductors of finite length”. Sposób ten polega na tym, że najpierw wyznacza się poziomą odległość pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym, zewnętrzny promień przewodu podziemnego, głębokość ułożenia przewodu w ziemi i długość przewodu podziemnego. Z kolei mierzy się jednostkową impedancję podłużną przewodu podziemnego i rezystywność gruntu. Następnie rozwiązuje się równania różniczkowo-całkowe i oblicza się napięcie na przewodzie podziemnym, wywołane przepływającym prądem uziomowym, co

2

jest równoznaczne z wyznaczeniem sprzężenia galwanicznego jakie występuje pomiędzy uziomem, a znajdującym się w jego pobliżu przewodem podziemnym.

Sposób według wynalazku polega na tym, że najpierw mierzy się wartość rezystancji uziomu, rezystywność gruntu w pobliżu uziomu, średnicę przewodu podziemnego, odległość środka układu uziomowego do punktu konturu uziomu położonego najbliżej przewodu podziemnego i odległość tego punktu na konturze uziomu od osi przewodu podziemnego. Następnie, wykorzystując uprzednio dokonane pomiary, tworzy się ezwórnik typu gamma sprzężenia galwanicznego skupiony w punkcie sprzężenia, zawierający rezystancję w gałęzi podłużnej i w gałęzi poprzecznej. Z kolei oblicza się wartości tych rezystancji dla zbliżenia przewodu podziemnego z rozbudowanym układem uziomowym ze wzorów:

$$R_{sp} = \frac{\rho}{\pi [\min(r_{sp}, l_L) + \min(r_{sp}, l_p)]} \ln \frac{D + r_z}{D}$$

$$R_{bz} = \frac{2 R_{sp} \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}{\pi - 2 \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{2}{\pi} r_o \arcsin \frac{r_o}{r_s + r_z}, r_o = \frac{\rho}{4R_u},$$

3

a dla zbliżenia przewodu podziemnego z nierozbudowanym układem uziomowym ze wzorów:

$$R_{sp} = \frac{\rho}{4\pi r_{sp}} \ln \frac{D + r_z}{D}$$

$$R_{bz} = \frac{R_u + R_{sp}}{\frac{2\pi r_z R_u}{\rho} - 1}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{\rho^2}{\pi R_u (\pi R_u r_z + \rho)}$$

Istotną zaletą rozwiązania według wynalazku jest uniknięcie potrzeby rozwiązywania skomplikowanych równań różniczkowo-całkowych dla wyznaczenia sprzężenia galwanicznego, przy czym zachowana jest duża dokładność określenia sprzężenia galwanicznego. Pozwala to na ilościowe określenie potencjałów na powłokach metalowych kabli, co umoliwia prawidłowe projektowanie urządzeń podziemnych zapewniając jednocześnie ustalenie właściwej ochrony przeciwporażeniowej i to zarówno w zakresie napięć rażenia dotyku jak i napięć rażenia krokowych.

W przypadku sprzężeń z urządzeniami telekomunikacyjnymi sposób według wynalazku umożliwia ocenę stopnia zagrożenia tych urządzeń i prawidłowe zaprojektowanie środków ochronnych.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania pokazanym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat sprzężenia galwanicznego pomiędzy układem uziomowym, a przewodem podziemnym z zastosowaniem czwórnik skupionego sprzężenia, fig. 2 — schemat zbliżenia przewodu podziemnego do rozbudowanego układu uziomowego, a fig. 3 ten sam schemat dla nierozbudowanego układu uziomowego.

Układ uziomowy 1 o rezystancji R_u , przyłączony do punktów 2 i 2' i wykonany w gruncie o rezystywności ρ , sprzężony jest galwanicznie z przewodem podziemnym 3 o średnicy D poprzez warstwy ziemi, także o rezystywności ρ , oddzielające układ uziomowy 1 od przewodu podziemnego 3.

Odległość konturu uziomu od osi przewodu podziemnego wynosi r_z . Środek układu uziomowego s_o znajduje się w odległości r_s od punktu konturu uziomu leżącego najbliżej przewodu podziemnego 3.

Sprzężenie galwaniczne pomiędzy układem uziomowym 1, a przewodem podziemnym 3 określone jest przez skupiony w punktach 0 i 0' sprzężenia, czwórnik sprzęgający typu gamma, którego rezystancja podłużna R_{sp} włączona jest pomiędzy punktami 2 i 4, a rezystancja poprzeczna R_{bz} włączona jest pomiędzy punktami 4 i 4'. Rezystancje te obliczamy za pomocą wzorów: — dla zbliżenia przewodu podziemnego z rozbudowanym układem uziomowym — fig. 2.

$$R_{sp} = \frac{\rho}{\pi [\min(r_{sp}, l_L) + \min(r_{sp}, l_P)]} \ln \frac{D + r_z}{D},$$

4

przy czym r_{sp} oznacza promień okręgu sprzężenia, l_L — długość przewodu podziemnego po lewej stronie od punktu zerowego, l_P — długość przewodu podziemnego po prawej stronie od punktu zerowego.

$$R_{bz} = \frac{2R_{sp} \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}{\pi - 2 \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{2}{\pi} r_o \arcsin \frac{r_o}{r_s + r_z},$$

$$r_o = \frac{\rho}{4R_u}$$

r_o — promień zastępczego uziomu w postaci okrągłej płyty — dla zbliżenia przewodu podziemnego z nierozbudowanym układem uziomowym lub uziomem prostym — fig. 3.

$$R_{sp} = \frac{\rho}{4\pi r_{sp}} \ln \frac{D + r_z}{D}$$

$$R_{bz} = \frac{R_u + R_{sp}}{\frac{2\pi r_z R_u}{\rho} - 1}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{\rho^2}{\pi R_u (\pi R_u r_z + \rho)}$$

Pomiędzy punktami 0 i 0' występuje impedancja wejściowa W_{pz} obwodu: przewód podziemny 3 — ziemia odniesienia 5, stanowiąca obciążenie czwórnik sprzężenia galwanicznego. Punkty 2', 4' i 0' posiadają potencjał ziemi odniesienia 5.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym znajdującym się w pobliżu tego uziomu, gdzie po zmierzeniu rezystywności gruntu w pobliżu uziomu i średnicy przewodu podziemnego, znamienne tym, że z kolei mierzy się najpierw rezystancję uziomu (R_u), odległość (r_s) środka układu uziomowego (s_o) do punktu konturu uziomu położonego najbliżej przewodu podziemnego oraz odległość tego punktu od osi przewodu podziemnego, po czym tworzy się model czwórnik typu gamma sprzężenia galwanicznego skupiony w punktach sprzężenia (0, 0') składającego się z gałęzi podłużnej o rezystancji (R_{sp}) i z gałęzi poprzecznej o rezystancji (R_{bz}), a następnie oblicza się wartości tych rezystancji dla zbliżenia przewodu podziemnego z rozbudowanym układem uziomowym ze wzorów:

$$R_{bz} = \frac{\rho}{\pi [\min(r_{sp}, l_L) + \min(r_{sp}, l_P)]} \ln \frac{D + r_z}{D}$$

5

$$R_{bz} = \frac{2 R_{sp} \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}{\pi - 2 \arcsin \frac{r_s}{r_s + r_z}}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{2}{\pi} r_o \arcsin \frac{r_o}{r_s + r_z}, \quad r_o = \frac{\rho}{4 R_u},$$

przy czym r_{sp} oznacza promień okręgu sprzężenia, l_L — długość przewodu podziemnego po lewej stronie od punktu zerowego, l_P — długość przewodu podziemnego po prawej stronie od punktu zerowego, D — średnicę przewodu podziemnego, r_z — odległość osi przewodu podziemnego od konturu układu uziomowego, r_o — promień uziomu zastępczego, ρ — rezystywność gruntu.

2. Sposób wyznaczania sprzężenia galwanicznego pomiędzy uziomem, a przewodem podziemnym znajdującym się w pobliżu tego uziomu gdzie po zmierzeniu rezystywności gruntu w pobliżu uziomu i średnicy przewodu podziemnego, znamieny tym, że z kolei mierzy się najpierw rezystancję uziomu (R_u), odległość (r_s) środka układu uziomowego (s_o) do punktu konturu uziomu położonego

6

najbliższej przewodu podziemnego oraz odległość tego punktu od osi przewodu podziemnego, po czym tworzy się model czwórnikowy typu gamma sprzężenia galwanicznego skupiony w punktach sprzężenia ($0, 0'$) składającego się z gałęzi podłużnej o rezystancji (R_{sp}) i gałęzi poprzecznej o rezystancji (R_{bz}), a następnie oblicza się wartości tych rezystancji dla zbliżenia przewodu podziemnego z nierozbudowanym układem uziomowym ze wzorów:

$$R_{sp} = \frac{\rho}{4 \pi r_{sk}} \ln \frac{D + r_z}{D}$$

$$R_{bz} = \frac{R_u + R_{sp}}{\frac{2 \pi r_z R_u}{\rho} - 1}$$

$$\text{gdzie: } r_{sp} = \frac{\rho^2}{\pi R_u (\pi R_u r_z + \rho)},$$

przy czym r_{sp} oznacza promień okręgu sprzężenia, D — średnicę przewodu podziemnego, r_z — odległość osi przewodu podziemnego od konturu układu uziomowego, ρ rezystywność gruntu.

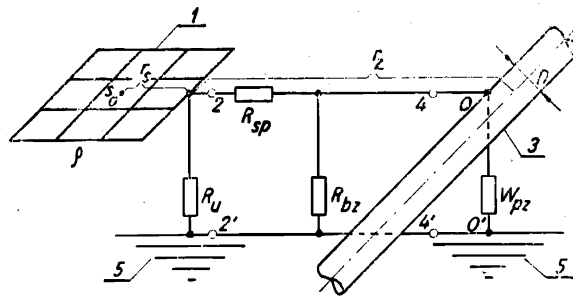


fig. 1

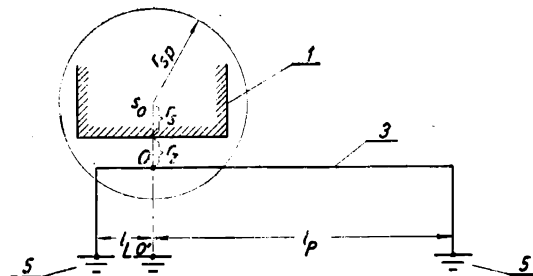


fig. 2

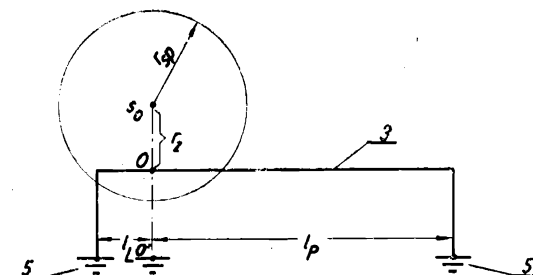


fig. 3