

Piotr Paduch
Politechnika Opolska, Opole

ZAKŁÓCENIA PODCZAS ELEKTRYCZNYCH POMIARÓW WYŁADWAŃ NIEZUPEŁNYCH

INTERFERENCE DURING ELECTRICAL MEASUREMENT OF PARTIAL DISCHARGE

Streszczenie: Pomiar wyładowań niezupełnych, jest ze względu na dużą czułość urządzeń pomiarowych, często utrudniony. Mają na to wpływ różne zakłócenia. Najbardziej narażony jest pomiar wyładowań niezupełnych w warunkach przemysłowych on-line. Źródła zakłóceń mogą być różne (pochodzące z urządzenia badanego, urządzeń znajdujących się w pobliżu lub z sieci niskiego i wysokiego napięcia, radiowe). Niektóre zakłócenia są tłumione przez zastosowanie odpowiedniej konfiguracji układu pomiarowego. Wybór sposobu tłumienia jest jednak ściśle związany z warunkami pomiaru i obiektem mierzonym.

Abstract: The measurement of partial discharge is often hindered due to the high sensitivity of the measuring instruments. This is influenced by a number of sources of interference which the measurement is most exposed to in industry conditions on-line. The source of the interference varies (and may come from the tested device itself, any devices in the vicinity or from low or high voltage networks or radio). Some interference is suppressed by using an appropriate configuration of the measurement system. The choice of the suppression method is however strictly linked to the measurement conditions and the object measured.

Słowa kluczowe: zakłócenia, tłumienie, diagnostyka, wyładowania niezupełne (wnz)

Keywords: noise, interference suppression, diagnostics, partial discharge (PD)

1. Wstęp

Pomiar wyładowań niezupełnych, jako jeden ze sposobów wczesnego wykrycia uszkodzenia lub wady izolacji, jest metodą znajdującą coraz większe uznanie wśród personelu zajmującego się diagnostyką izolacji. Pomiar elektryczny wyładowań niezupełnych jest jedną z metod, innymi są akustyczne, chemiczne, optyczne.

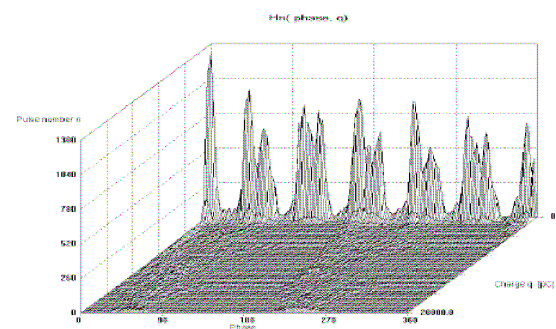
W oparciu o w/w metody analizując zjawiska będące skutkiem wyładowań tzn. promieniowanie elektromagnetyczne, fale dźwiękowe, promieniowanie świetlne, można zlokalizować miejsca powstania wyładowań.

Metoda pomiarów elektrycznych wyładowań niezupełnych jest najbardziej narażona na zakłócenia, szczególnie w obiektach przemysłowych, gdzie dokonuje się pomiarów w układzie on-line. Może to spowodować znaczne błędy pomiarowe a nawet uniemożliwić dokonanie pomiaru.

2. Źródła zakłóceń

Częstym źródłem zakłóceń bywa zasilanie sieciowe urządzeń elektronicznych, zwłaszcza, że w ostatnim czasie impulsowe przetwornice napięcia stały się wszechobecne w sprzęcie AGD, RTV i telefonii. Innym źródłem jest sieć zasilająca wysokiego napięcia i zakłócenia wprowadzane przez wyższe harmoniczne impulsów z układów tyrystorowych i tranzystorowych falowników. Zakłócenia mogą się pojawiać wtedy w postaci cyklicznych impulsów-rys. 1.

lająca wysokiego napięcia i zakłócenia wprowadzane przez wyższe harmoniczne impulsów z układów tyrystorowych i tranzystorowych falowników. Zakłócenia mogą się pojawiać wtedy w postaci cyklicznych impulsów-rys. 1.



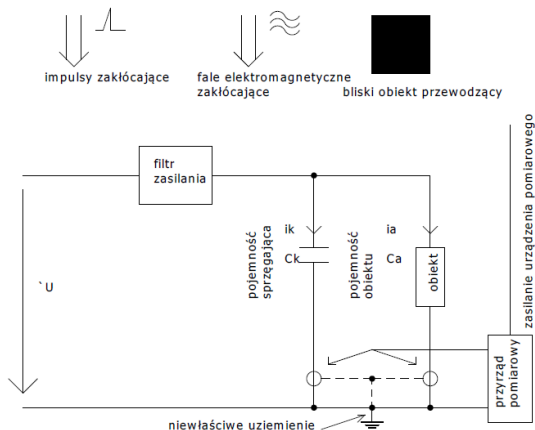
Rys. 1. Rozkład amplitudowo fazowy WNZ z widocznymi zakłóceniami pochodzącymi od prostownika sterowanego [10]

Na poziom zakłóceń mają także wpływ elementy mechaniczne wykorzystywane w konstrukcji urządzeń elektrycznych np. szczotki, kontakty ślizgowe, wyłączniki w sieciach niskiego i wysokiego napięcia. Źródłem niepożądanego zakłóceń mogą stać się również sygnały radiowe i telewizyjne (w mniejszym stopniu po

przejściu na telewizję cyfrową), a zwłaszcza ich harmoniczne. Kolejną przyczyną dodatkowych zakłóceń mogą stać się duże metalowe przedmioty w pobliżu miejsca pomiaru, które zniekształcają potencjał zmiennego pola.

Bardzo istotną sprawą podczas pomiarów wyładowań wnz jest sposób połączeń uziemienia układu pomiarowego. W praktyce wszystkie jego elementy tzn. transformator, regulator, kable, analizator, kondensator powinny być uziemione w jednym punkcie. Uziemienie w dwóch lub kilku punktach powoduje przepływ dodatkowych prądów zakłócających w systemie uziemienia i przeniesienie się zakłóceń i szumów do układu pomiarowego.

Reasumując zakłócenia, podczas elektrycznych pomiarów wyładowań niezupełnych, można podzielić na impulsowe (impulsy o krótkim czasie trwania), harmoniczne (harmoniczne częstotliwości przemysłowych), przypadkowe różnego rodzaju (załączanie, wyłączanie dużych urządzeń)[8].



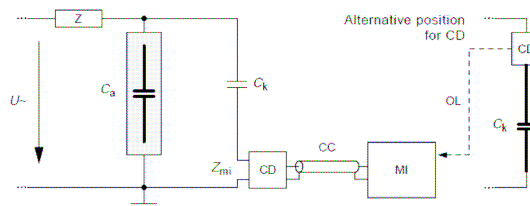
Rys. 2. Różne możliwe źródła zakłóceń

3. Układy pomiarowe wyładowań niezupełnych wg IEC60270

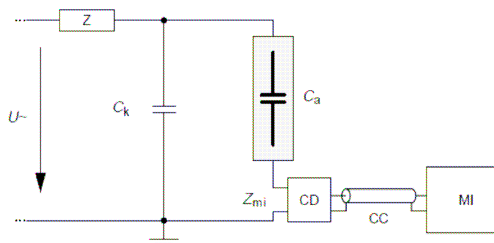
Na rys. 3 a,b,c,d przedstawiono układy pomiarowe wyładowań niezupełnych według normy IEC60270[4].

Podczas pomiarów bezpośrednich impedancję pomiarową CD łączy się często szeregowo z kondensatorem sprzęgającym C_k , co zabezpiecza urządzenie pomiarowe przed przebiciem. Nieco większą czułość uzyskuje się w układzie pomiarowym, w którym impedancja pomiarowa jest połączona z obiektem. Wynika to z faktu, że do kondensatora C_k dodają się pojemności rozproszenia. Pomiaru bezpośredniego są jednak narażone na zakłócenia zewnętrzne.

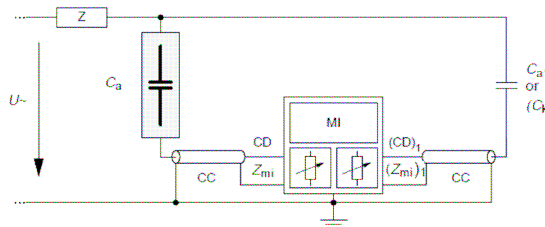
Znacznie lepsze efekty w tłumieniu zakłóceń można uzyskać w układzie mostkowym (rys. 3c), w którym impedancja pomiarowa składa się z dwóch części równoważonych oddzielnie i połączonych z masą. Największe tłumienie zakłóceń osiąga się w przypadku, gdy układ jest symetryczny tzn. $C_a = C_k$ [8]. Wadą układu mostkowego jest konieczność jego skalowania przed każdym pomiarem.[9]



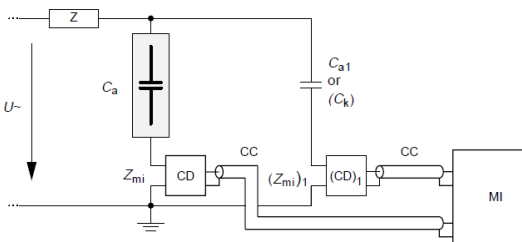
a – układ bezpośredni z szeregowym kondensatorem sprzęgającym



b – układ bezpośredni z szeregowo połączonym obiektem



c – układ mostkowy



d – układ z detekcją polaryzacji

Rys. 3 Podstawowe układy pomiarowe PD wg IEC60270

U_{\sim} - sieć zasilająca

Z_{mi} - impedancja wejściowa systemu pomiarowego

CC - przewód połączeniowy

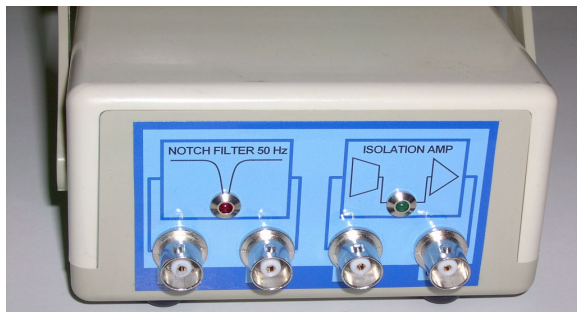
OL - połączenie optyczne

C_a - badany obiekt
 C_k - kondensator sprzęgający
 CD - impedancja pomiarowa
 MI - urządzenie pomiarowe
 Z - filtr

4. Tłumienie zakłóceń

Wybór zakresu częstotliwości pomiaru wnz, ze względu na wpływ zakłóceń przemysłowych, determinuje w znacznym stopniu zastosowanie jednego z w/w układów pomiarowych i technikę postępowania podczas pomiarów. Niestety wymagane jest często indywidualne podejście do zagadnienia. Na podstawie badań przemysłowych firmy ADWEL uznano że najkorzystniejszy jest pomiar w zakresie od 1 ÷ 150 MHz (PDA PREMIUM) [6]. Według VIBROCENTER zakres ten obejmuje pasmo od 1 do 20 MHz. Wybór zakresu pomiarowego jest zatem wytyczną do układu przeciwzakłóceniewego i zależy od obiektu badanego[11].

Eliminowanie zakłóceń to przede wszystkim wybór odpowiedniego układu pomiarowego i różne techniki ekranowania przewodów pomiarowych [5]. Dobrym rozwiązaniem jest także wykorzystanie techniki światłowodowej, która jest odporna na zakłócenia o charakterze elektromagnetycznym oraz zakłócenia wynikające z pracy innych urządzeń [7]. Do eliminacji częstotliwości przemysłowych i ich harmonicznych stosuje się filtry pasywne i aktywne. Podstawowym elementem bywa często likwidacja przydźwięku sieci. Maksymalnie efektywne „wycięcie” częstotliwości 50Hz można uzyskać stosując filtr środkowo-zaporowy wąskopasmowy. Autor opracował tego typu filtr (rys. 4), który został wykorzystany do pomiarów z użyciem elastycznych cewek Rogowskiego [12].



Rys. 4. Zdjęcie układu filtra wraz ze sprzęgłem optycznym

Sprzęgło optyczne zapewniło bezpieczeństwo podczas pomiarów silników WN prowadzonych po stronie pierwotnej w rozdzielniach.

5. Podsumowanie

Impulsy wylądowań niepełnych są impulsami bardzo krótkimi i do ich detekcji potrzebne są przyrządy pomiarowe o dużej czułości. Niejednokrotnie jednak impulsy z innych źródeł mogą mieć bardzo podobny charakter i nakładać się na sygnał użyteczny powodując zakłócenia i sprawiając, że pomiar staje się niewiarygodny. Im wyższy zakres częstotliwości pomiaru tym zakłócenia stają się mniejsze, ale technika ich eliminacji staje się trudniejsza, ponadto dla wyższych zakresów częstotliwości pomiarów trudno jest dokładnie określić wielkość ładunku pozornego wylądowania.

Decydujące znaczenie może mieć wybór odpowiedniego układu pomiarowego, dostosowanego do obiektu badanego, stosowanie dobrych sposobów eliminacji sygnałów niepożądanych oraz wiedza i doświadczenie serwisu pomiarowego.

6. Literatura

- [1]. Szymaniec S.: *Czujniki i przyrządy do pomiarów wylądowań niepełnych maszyn elektrycznych*. Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 85/2010.
- [2]. Paduch P., Szymaniec S.: *Czujniki do pomiaru wylądowań niepełnych w uzwojeniach maszyn elektrycznych*. Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 89/2011.
- [3]. Lemke E.: *Guide for partial discharge measurement in compliance to IEC 60270 Std*. CIGRE technical brochure WG D1.33 Dec. 2008.
- [4]. IS/IEC 60270 (2000): *High – Voltage Test Techniques –Partial Discharge Measurements* [ETD 19: High Voltage Engineering].
- [5]. Charoy A.: *Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych*, Copyright for the Polish edition by Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 1999.
- [6]. ADWEL: *PD monitoring*. Nota Aplikacyjna, 2003.
- [7]. Piecha J.: *Transmisja danych i sieci komputerowe*, Wydawnictwo Uniwersytet Śląski, Katowice 2006.
- [8]. Weber H.J.: *Technika pomiaru wylądowań niepełnych*. Materiały informacyjne Tettex nr 310.
- [9]. Zydroń P., Roehrich J.: *Skalowanie toru pomiarowego w badaniach układów izolacyjnych wysokiego napięcia metodami detekcji wylądowań niepełnych*, XVIII Seminarium Zastosowanie komputerów w nauce i technice' 2008.
- [10]. Kandora W.: *Diagnostyka off-line izolacji uzwojeń turbogeneratorów metodą pomiarów wylądowań niepełnych*, Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe Nr 1/2012 (94).

[11]. Przybysz J.: *Diagnostyka izolacji uzwojeń stojanów maszyn elektrycznych*, *Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Nr 49 Politechniki Wrocławskiej*.

[12]. Paduch P.: Szymaniec S.: *Aparaturowe i metrologiczne aspekty diagnostyki maszyn elektrycznych w oparciu o sygnał prądowy*, *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe Nr 89/2011*.

Autor

mgr inż. Piotr Paduch
pracownik naukowo-techniczny Instytutu
Układów Elektromechanicznych i Elektroniki
Przemysłowej od 1994 roku