

**Piotr Paduch**  
Politechnika Opolska, Opole

## AKTYWNY CZUJNIK ANTENOWY RTD

### ACTIVE ANTENNA DETECTOR RTD

**Streszczenie:** Do poprawnej detekcji wyładowań niepełnych w analizatorze wnz wymagany jest odpowiedni poziom amplitudy impulsów. Jako źródło sygnału pomiarowego wykorzystuje się często termorezystory typu PT100 wchodzące w skład tzw. czujników antenowych (anteny). Amplituda sygnału wyjściowego takich czujników waha się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu miliwoltów. Nie zawsze jednak amplituda impulsów sygnału uzyskiwanego z takiego czujnika jest wystarczająca do wykonania pomiaru przyrządami o typowych zakresach pomiarowych. Rozwiązaniem tego problemu może być czujnik antenowy ze wzmacniaczem. W artykule przedstawiono typową budowę czujnika pasywnego i opracowanego na jego podstawie czujnika aktywnego. Pokazano przykładowe sygnały uzyskiwane z obu typów czujników.

**Abstract:** The correct detection of partial discharge in a partial discharge analyser requires an appropriate level of pulse amplitude. Thermoresistors PT100 which form part of so called antenna detectors are often used as the source of the measuring signal. The output signal amplitude of such detectors ranges between several to several dozen millivolts. However, the pulse signal amplitude obtained from such a detector is not always sufficient to take a measure using instruments with typical measuring ranges. An antenna detector with an amplifier may be a solution to this problem. This article presents the construction of a passive detector, as well as an active detector developed on that basis. Examples of signals obtained using both types of detector are demonstrated.

**Słowa kluczowe:** analizator, diagnostyka, wyładowania niepełne (wnz)

**Keywords:** analyzer, diagnostics, partial discharge (PD)

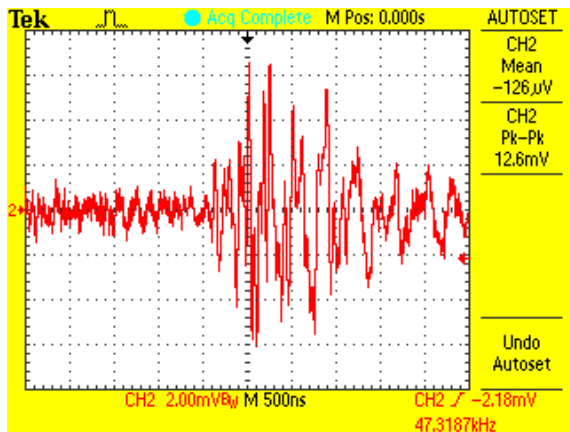
### 1. Wstęp

W mobilnym analizatorze wyładowań niepełnych, do ich właściwej detekcji, wymagana jest amplituda impulsów na poziomie ok. 3 V. Przy założeniu, że jako źródło sygnału wykorzystywane będą termorezystory typu PT100 wchodzące w skład tzw. czujników antenowych (anteny), należy uwzględnić, że amplituda sygnału wyjściowego z takich czujników waha się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu miliwoltów[1]. Rozwiązaniem problemu zbyt małej amplitudy sygnału pomiarowego może być czujnik aktywny RTD z wbudowanym wzmacniaczem wstępnym.

### 2. Pasywny czujnik RTD

Przykład schematu pasywnego czujnika RTD przedstawiono na rys. 2. Detekcja impulsów wyładowań niepełnych (wnz), odbywa się poprzez wydzielenie składowej zmiennej sygnału. Następuje to w układzie przetwornika wykonanego na bazie rdzenia toroidalnego typu RTP. Rdzeń wykonany jest ze sproszkowanego żelaza i przeznaczony do pracy do częstotliwości 200 MHz. Rdzeń cechuje wysoka stabilność

temperaturowa parametrów magnetycznych. Na rdzeniu nawinięto uzwojenie pomiarowe. Czujnik wnz umożliwia jednoczesny pomiar temperatury i wyładowań niepełnych przy zachowaniu pełnej separacji sygnałów. Sygnał wnz indukuje się w uzwojeniu pomiarowym nawiniętym na rdzeniu toroidalnym. Filtry RC (elementy R1 do R6 i C1 do C3) zapewniają blokowanie zakłóceń wysokiej częstotliwości w torach pomiaru temperatury [2]. Tak wykonany czujnik zapewnia detekcję impulsów wnz na poziomie kilkunastu do kilkudziesięciu mV (rys.1). Częstotliwość rezonansowa anten ustawiona jest na około 10 MHz, a pasmo pomiarowe na 20 MHz [3]. Nie zawsze jednak amplituda impulsów sygnału uzyskiwanego z takiego czujnika jest zadowalająca. Znacznie większą czułość można osiągnąć stosując, jako tzw. sprzęgacze, bezwyładowaniowe kondensatory (czułość 5 razy większa) [1][2]. Niestety koszt takich elementów jest znacznie wyższy. Rozwiązaniem pośrednim może być aktywny czujnik antenowy. Przy zastosowaniu takiego typu czujnika można uzyskiwać czułość znacznie wyższą niż w czujnikach pasywnych.



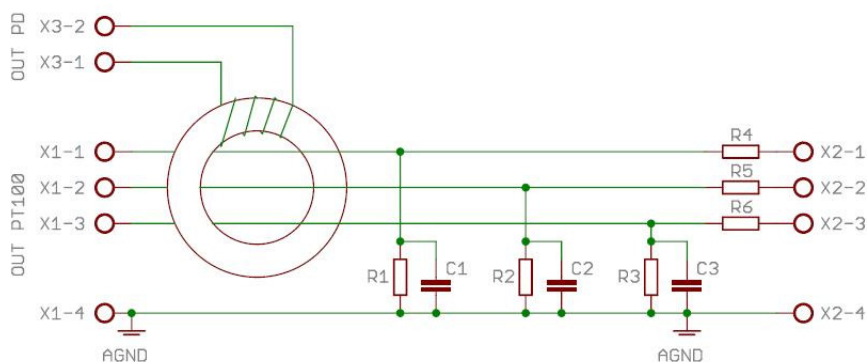
Rys. 1. Przykładowy oscylogram sygnału uzyskiwanego z anteny wykonanej na bazie czujnika Pt100 uzyskany w czasie normalnej eksploatacji silnika[1]

Wyniki pomiarów wykonanych z zastosowaniem czujników antenowych RTD wykazują ich dużą skuteczność. Wymaga to jednak stosowania bardzo czułych i dokładnych analizatorów wznz (np. R-500, R-2200 firmy Vibrocenter) [5].

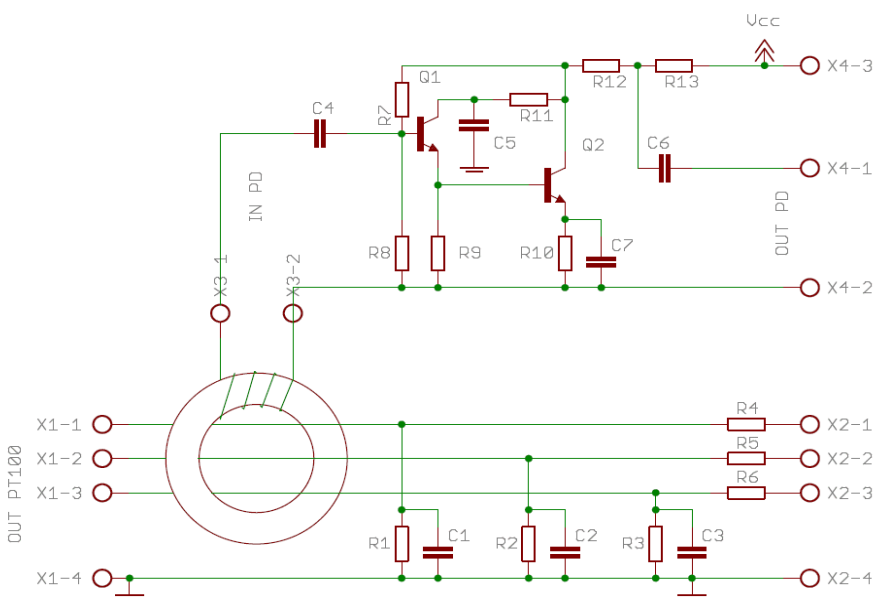
### 3. Aktywny czujnik RTD

Na rysunku 3 pokazano schemat ideowy proponowanego czujnika aktywnego wznz z przedwzmacniaczem tranzystorowym o wzmacnieniu  $k=30$ .

W obwodzie wejściowym wzmacniacza zastosowano wtórnik emiterowy. Takie rozwiązanie stosowane jest m.in. w sondach scyntylacyjnych, np. w sondzie SSU-70 produkcji ZZUJ „Polon”.



Rys. 2. Schemat ideowy pasywnego czujnika wyladowań niezupełnych.

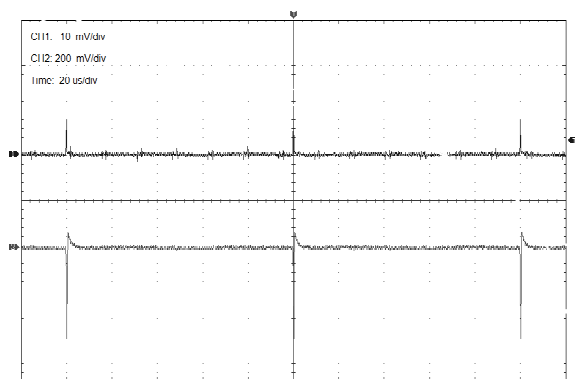


Rys. 3. Schemat aktywnego czujnika ze wzmacniaczem wstępnym na bazie tranzystorów dyskretnych

Z wyjścia wtórnika impulsy podawane są na stopień wzmacniający wykonany na bazie tranzystora npn w układzie OE. Wyjście wzmacniacza obciążono obustronnie dopasowaną linią przekazującą sygnał wyjściowy do urządzenia pomiarowego.

W układzie zastosowano przewód trzyżyłowy, wykorzystując go do zasilania układu przedwzmacniacza napięciem 12 V i wyprowadzenia sygnału wyjściowego. Separację sygnału użytecznego od obwodu zasilania zapewniają elementy R13 i C6.

Na rysunku 4 przedstawiono oscylogramy impulsów na wejściu (CH1) i wyjściu (CH2) przedwzmacniacza zainstalowanego w czujniku RTD.

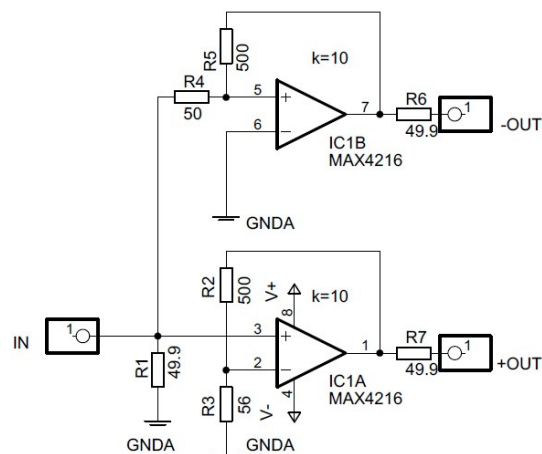


Rys. 4. Oscylogramy impulsów wejściowych (CH1) i wyjściowych przedwzmacniacza

Jako źródło impulsów wejściowych zastosowano generator arbitralny DG4062, który umożliwia generację impulsów o regulowanej szerokości do częstotliwości 60 MHz. Amplituda impulsów wejściowych wynosiła 10 mV. Na wyjściu przedwzmacniacza otrzymano odwrócone impulsy o amplitudzie dochodzącej do 400 mV. Jest to poziom sygnału użytecznego zapewniający możliwość współpracy z typowym sprzętem pomiarowym.

Dodatkowo opracowano wzmacniacz końcowy, aby uzyskać sygnał o amplitudzie umożliwiającej współpracę z modułem mikroprocesorowym.

Moduł końcowy wzmacniacza zaprojektowano wykorzystując podwójny wzmacniacz operacyjny MAX4216 pracujący do częstotliwości 300 MHz, tzw. „Rail-to-Rail”. Rys. 5 przedstawia schemat ideowy wykonanego wzmacniacza końcowego.



Rys. 5. Schemat ideowy wzmacniacza końcowego

Wzmacniacz zawiera dwa tory: odwracający i nieodwracający. Dzięki temu otrzymano dwa przebiegi o takiej samej amplitudzie lecz o przeciwnej polaryzacji. Taka konfiguracja wzmacniacza umożliwia wybór polaryzacji impulsów potrzebny do dalszej obróbki sygnału na wejściach przetwornika pomiarowego wchodzącego w skład konstruowanego przez autora analizatora wnz.

#### 4. Podsumowanie

Aktywny czujnik RTD spełnia wszystkie funkcje dotychczasowych czujników pasywnych. Umożliwia jednak uzyskanie wielokrotnie większych amplitud sygnału pomiarowego wystarczających do wysterowania przetwornika pomiarowego. Aktywny czujnik typu RTD wchodzi w skład konstruowanego przez autora prototypu analizatora wyładowań niezupełnych. Będzie on alternatywą dla sprzęgaczy pojemnościowych pod warunkiem, że w obiekcie mierzonym zostały zainstalowane czujniki temperatury PT100.

#### 5. Literatura

- [1]. Szymaniec S.: Diagnostyka stanu izolacji uzwojeń i stanu łożysk silników indukcyjnych klatkowych w warunkach przemysłowej eksploatacji. Studia i Monografie z. 193, Wyd. Politechniki Opolskiej, Opole 2006.
- [2]. Szymaniec S.: Czujniki i przyrządy do pomiarów wyładowań niezupełnych maszyn elektrycznych. Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe, Nr 85/2010.
- [3]. Paduch P., Szymaniec S.: Czujniki do pomiaru wyładowań niezupełnych w uzwojeniach maszyn elektrycznych. Artykuł konferencyjny KOMEL 2011

[4]. Florkowska B., Florkowski M., Włodek R. Zyd-  
roń P.: *Mechanizmy, pomiary i analiza wyladowań  
niezupelnych w diagnostyce układów izolacyjnych  
wysokiego napięcia*, Wyd. IPPT PAN, Warszawa  
2001 r.

[5]. *Instrukcja obsługi analizatora wyladowań nie-  
zupelnych R500 oraz analizatora R2200.*

### **Autor**

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