

dr inż. ALEKSANDER LISOWIEC
mgr inż. ŁUKASZ SAPUŁA
mgr inż. RADOSŁAW PRZYBYSZ
Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa

Pomiar upływności sieci w obszarach zagrożonych wybuchem

W artykule przedstawiono sposoby pomiaru upływności sieci z pomiarem rezystancji między linią a ziemią w zakresie 0-200 k Ω oraz pomiaru ciągłości obwodu w zakresie 0-1 k Ω . Rozwiązania układowe do pomiaru ciągłości obwodu mogą być również wykorzystywane do sterowania iskrobezpiecznego (na przykład maszynami wydobywczymi). Po stronie zagrożonej wybuchem sygnały pomiarowe są przetwarzane za pomocą układu mikroprocesorowego, dzięki czemu zwiększono pewność działania zabezpieczeń. Informacje dotyczące upływności oraz ciągłości obwodu przekazywane są przez bariery iskrobezpieczne w postaci cyfrowej.

1. WSTĘP

W sieciach kopalnianych kontrola stanu izolacji, poprzez pomiar rezystancji izolacji do ziemi, jest w stanie dać wystarczająco wcześniej informację ostrzegawczą o stopniowej utracie właściwości elektrycznych i mechanicznych izolacji, związanej z działaniem niekorzystnych czynników, takich jak temperatura, wilgotność, niekorzystne opary oraz naprężenia i udary mechaniczne [1]. Umożliwia to podjęcie odpowiednio szybko działań zapobiegawczych i niedopuszczenie do osiągnięcia stanu, przy którym konieczne jest działanie zabezpieczeń i przerwa w dostawie energii. Najistotniejszą jednak funkcją zabezpieczenia upływnościowego jest zapewnienie bezpieczeństwa ludzi.

2. ZASADY POMIARU UPŁYWNOŚCI

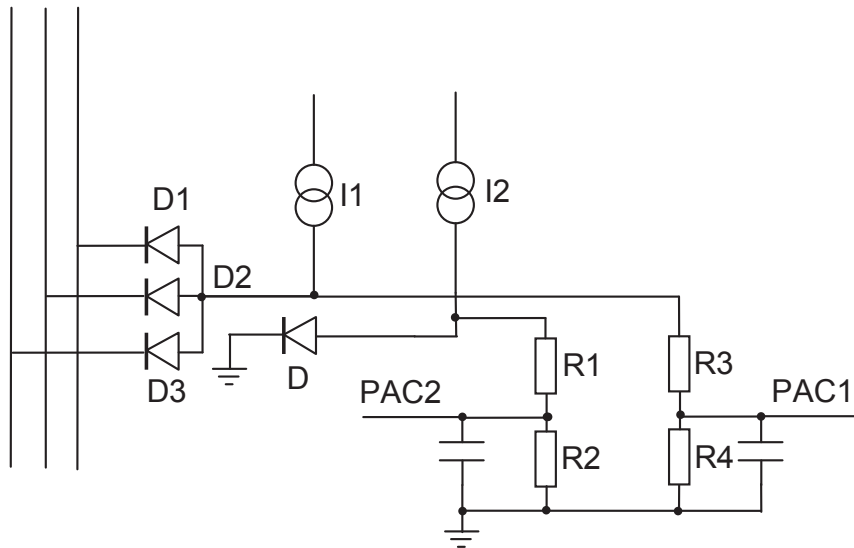
Układy pomiarowe z mikroprocesorem za barierą iskrobezpieczną

W sieciach kopalnianych szczególnie ważne jest zabezpieczenie instalacji elektrycznej przodka,

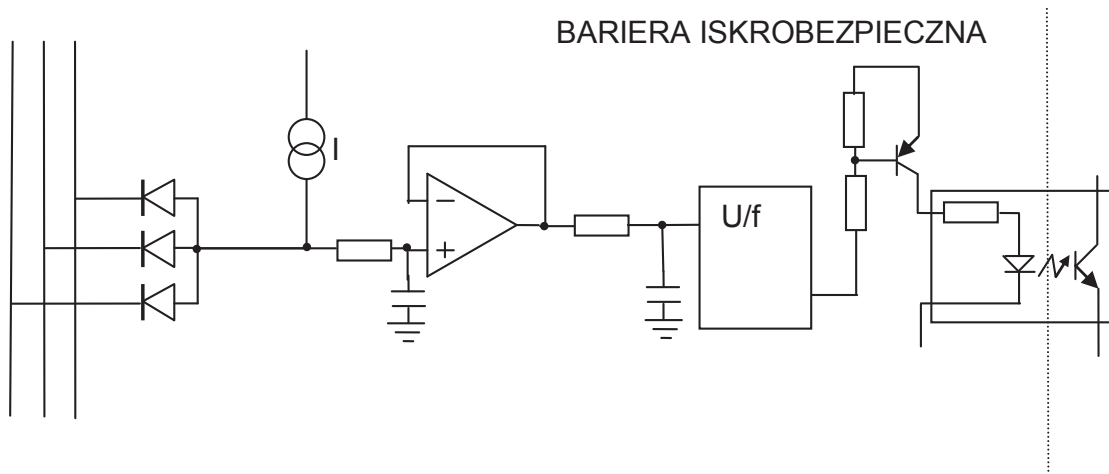
gdzie pracują maszyny, gdyż tam istnieje największe prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia. Ponadto w sieciach kopalnianych muszą być spełnione wymogi iskrobezpieczności obwodów znajdujących się w strefie zagrożonej wybuchem. Rozwój elektroniki powoduje, że coraz większa część układów elektronicznych zabezpieczeń upływnościowych może być wykonana w postaci iskrobezpiecznej.

Pomiar upływności w sieci polega na wymuszeniu przepływu prądu stałego w sieci (izolowanej) oraz pomiarze spadku napięcia związanego z pojawieniem się upływności do ziemi. Na rysunku 1. przedstawiono podstawowy układ do pomiaru upływności sieci. Dioda D służy do kompensacji termicznej spadku napięcia na diodach D1, D2, D3. Dzielniki R1/R2 i R3/R4 pełnią rolę filtrów dolnoprzepustowych na wejściach przetwornika analogowo-cyfrowego. Ponieważ rezystory R3 i R4 są włączone równolegle z rezystancją upływności sieci, maksymalny zakres pomiarowy jest praktycznie ograniczony od góry sumą R3 + R4.

Udoskonalony układ do pomiaru upływności sieci przedstawiono na rysunku 2. Dzielniki R1/R2 i R3/R4 zostały zastąpione wzmacniaczami operacyjnymi, dzięki czemu uzyskano jednakową rozdzielczość pomiaru w całym zakresie pomiarowym.



Rys. 1. Podstawowy układ do pomiaru upływności

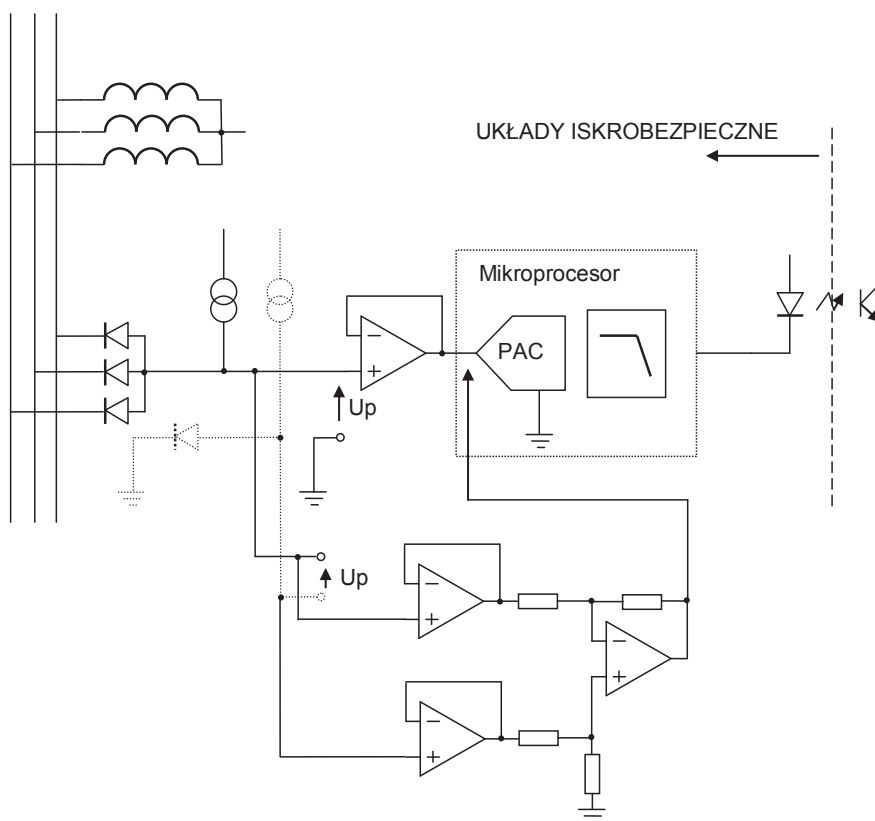


Rys. 2. Układ do pomiaru upływności ze wzmacniaczem operacyjnym

Pierwsze rozwiązania układowe zabezpieczeń upływnościowych zawierały niewielkie fragmenty układu w strefie iskrobezpiecznej. W układzie przedstawionym na rysunku 2. napięcie proporcjonalne do mierzonej upływności jest podawane na wejście przetwornika napięcie/częstotliwość. Informację zawartą w częstotliwości sygnału łatwo jest przesyłać przez bariery oddzielające układy iskrobezpieczne od nieiskrobezpiecznych za pomocą transoptorów. Transoptory spełniające normy układów iskrobezpiecznych są jednak duże, drogie i powolne. Katalogowa częstotliwość graniczna takich transoptorów [2] jest równa ok. 100 kHz i jest o trzy rzędy wielkości niższa od częstotliwości granicznej transoptorów stosowanych do zwykłej izolacji galwanicznej. W praktycznych układach aplikacyjnych uzyskuje się częstotliwości graniczne nieprzekraczające kilku kHz, co znacznie ogranicza rozdzielczość pomiaru.

Układy pomiarowe z mikroprocesorem przed barierą iskrobezpieczną

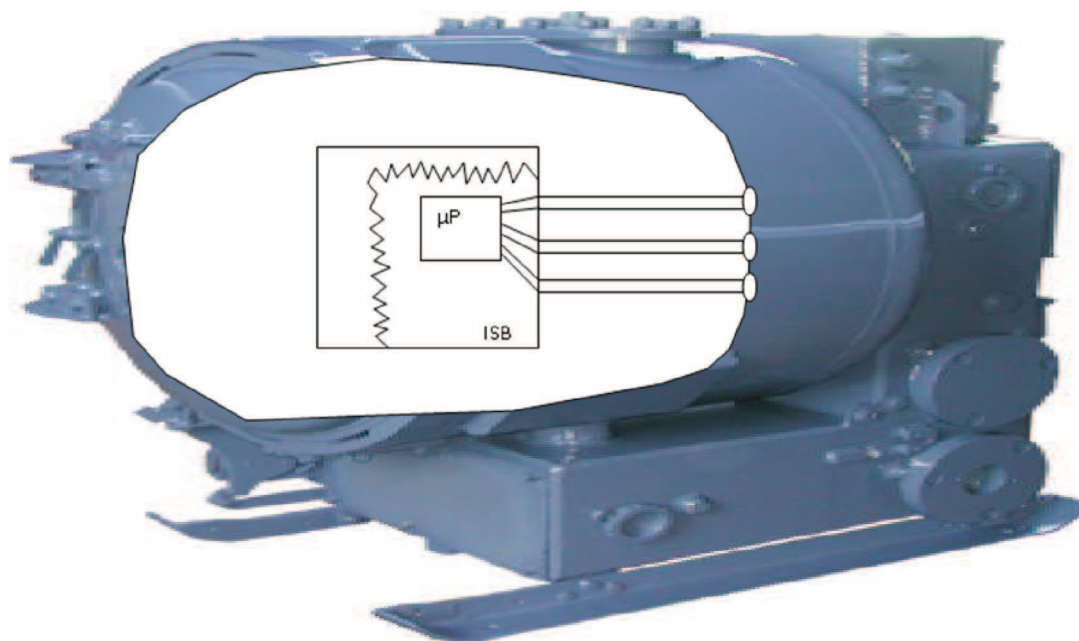
Polepszenie parametrów zabezpieczenia upływnościowego można uzyskać, umieszczając mikroprocesor przed barierą iskrobezpieczną, jak to przedstawiono na rysunku 3. W układzie tym napięcie pomiarowe, proporcjonalne do rezystancji upływności, jest wzmacniane przez wzmacniacz różnicowy o bardzo dużej impedancji wejściowej. Napięcie to jest następnie zamieniane na postać cyfrową za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego, znajdującego się w mikroprocesorze przetwarzającym dalej sygnał cyfrowy. Na początku sygnał cyfrowy zostaje poddany działaniu złożonego filtra dolno-przepustowego, dzięki czemu usunięta zostaje większość sygnałów niepożądanych. W dalszej kolejności sygnał zostaje skalibrowany przez usunięcie składowej związanej



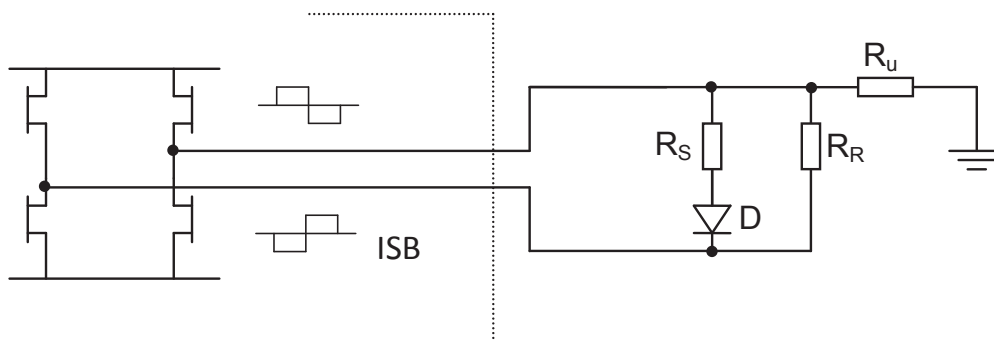
Rys. 3. Układ do pomiaru upływności z mikroprocesorem przed barierą iskrobezpieczną

z napięciem niezrównoważenia wzmacniacza wejściowego oraz następuje wyrównanie wzmocnienia. Kalibracja może również obejmować poprawki związane z wpływem temperatury na odczyt napięcia. Mikroprocesor przelicza następnie wartość zmierzonego

napięcia na wartość upływności linii. Dzięki temu, że przed operacją przeliczenia z sygnału pomiarowego zostają usunięte wszelkie składniki niepożądane, działanie zabezpieczenia upływnościowego jest znacznie bardziej niezawodne niż w starszych układach.



Rys. 4. Położenie bariery iskrobezpiecznej w rozdzielniczy



Rys. 5. Układ do pomiaru ciągłości obwodu

Jednym z głównych problemów konstrukcyjnych przy projektowaniu układów elektronicznych stosowanych w górnictwie jest zapewnienie iskrobezpieczności. Normy dotyczące iskrobezpieczności narzucają wymagania, które nie jest łatwo spełnić w złożonych układach elektronicznych. Dotyczą one minimalnej grubości ścieżek, konieczności ograniczenia maksymalnych prądów zwarciovych oraz przepięć. Choć, jak to pokazano na rysunku 4., układ mikroprocesorowy znajduje się w strefie niezagrożonej wybuchem, jest połączony z układami znajdującymi się w strefie zagrożonej wybuchem za pomocą zwykłych przepustów a nie barier iskrobezpiecznych. Należy więc zapewnić ograniczenie energii, jaka może przedostać się do przestrzeni zagrożonej wybuchem przez przepusty. Rozwiązanie z mikroprocesorem przed barierą iskrobezpieczną ma jednak zalety w postaci dużej pewności działania zabezpieczeń upływnościowych.

Układ do pomiaru ciągłości obwodu

Zastosowanie mikroprocesora po stronie iskrobezpiecznej daje możliwość precyzyjnego pomiaru ciągłości obwodu. Na rysunku 5. przedstawiono układ ilustrujący sposób pomiaru ciągłości obwodu służącego do sterowania. W obwodzie wymusza się przepływ prądu impulsowego o zmieniającej się polaryzacji. W celu łatwego odfiltrowania składowych związanych z częstotliwością sieci częstotliwość impulsów jest równa 133 Hz. W przedstawionym układzie istnieje możliwość pomiaru rezystancji R_S w zakresie od 0 do 1,2 k Ω , rezystancji R_R w zakresie od 0 do 2,5 k Ω oraz rezystancji R_U w zakresie od 0 do 2,5 k Ω .

3. PODSUMOWANIE

Przesyłanie sygnałów przez bariery iskrobezpieczne powoduje ich degradację. Transoptory stosowane

w barierach iskrobezpiecznych mają ograniczone pasmo częstotliwości, co zmniejsza dynamikę przesyłanego sygnału pomiarowego. Umieszczenie mikroprocesora przed barierami iskrobezpiecznymi zwiększa znacznie możliwości przetwarzania sygnałów pomiarowych, dzięki czemu zwiększona zostaje rozdzielczość pomiaru, odporność na zakłócenia oraz pewność działania zabezpieczeń i układów kontrolno-sterujących.

Literatura

1. zet10.ipee.pwr.wroc.pl/record/200/files/Gierczuk.pdf.
2. www.vishay.com/docs/83541/cny65exi.pdf.

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów