

znamionowy prąd jednosekundowy:

$$I_{1s} > I_{tz} \sqrt{tz},$$

gdzie:

tz - czas trwania zwarcia.

W zależności od przeznaczenia, konieczne jest dokonanie wyboru przekładnika pomiarowego z uwagi na klasę dokładności i liczbę przetężeńiową. W zależności od wymaganej dokładności pomiaru ustala się żadaną klasę dokładności. Przykładowo do pomiarów mocy i energii związanych z rozliczeniami finansowymi, wymagana jest klasa 0,5. Do określenia żadanej mocy znamionowej obciążenia w danej klasie dokładności niezbędne jest wyznaczenie poboru mocy przez wszystkie elementy przyłączone do zacisków wtórnych przekładnika. Potrzebna jest do tego celu znajomość danych katalogowych przyrządów pomiarowych. Liczbę przetężeńiową przekładnika pomiarowego dobiera się możliwie małą, zwykle < 5 .

Dla przekładników zabezpieczeniowych istotną sprawą jest dobór znamionowej liczby przetężeńiowej, która powinna mieć dostatecznie dużą wartość w zależności od szczegółowych zażeń przekładnika. Przy doborze należy zwracać uwagę na zależność liczby przetężeńiowej od impedancji przekładnika zabezpieczeniowego przyłączonego do zacisków wtórnych. W zależności od wymagań stawianych przez zabezpieczenia, określa się również żadaną klasę dokładności (5 P lub 10 P) przekładnika zabezpieczeniowego.

Mając określone opisane powyżej parametry dobiera się na podstawie katalogu typ przekładnika, spełniający wszystkie powyższe wymagania. Mogą to być przekładniki o określonym przeznaczeniu (pomiarowe lub zabezpieczeniowe) lub - co się zdarza coraz częściej - przekładniki dwu- lub wielordzeniowe, składające się z jednego uzwojenia pierwotnego i dwu bądź więcej uzwojeń wtórnych, nawiniętych na oddzielnych rdzeniach.

1.9. Niekonwencjonalne metody pomiaru prądów

Przy bardzo dużych wartościach napięć znamionowych występują duże trudności z izolacją uzwojeń pierwotnych przekładni-

ków prądowych, co znacznie podnosi ich koszty produkcji. Jednocześnie w tym przedziale napięć występują coraz większe wymagania dotyczące poprawnej transformacji prądów w stanach przejściowych (np. przy zwarciach). Stąd też od pewnego czasu pojawiają się idee niekonwencjonalnych sposobów pomiaru prądu pod bardzo wysokim potencjałem. Ich cechą wspólną jest to, że wykorzystują światło jako nośnik przenoszący informację z punktu znajdującego się pod wysokim potencjałem do części układu pomiarowego umieszczonego na potencjale ziemi. Zasadniczą zaletą tego nośnika jest nieczułość na zakłócenia elektromagnetyczne.

Spśród znanych z piśmiennictwa układów modelowych warto zwrócić uwagę na dwa następujące:

- a) układ wykorzystujący tzw. efekt Faraday'a,
- b) układ optoelektroniczny.

W pierwszym z układów wykorzystuje się tzw. efekt Faraday'a dotyczący wpływu pola magnetycznego na właściwości optyczne niektórych materiałów. Niektóre kryształy (np. szkło flintowe) mają tę właściwość, że pole magnetyczne równoległe do kierunku światła przechodzącego przez kryształ wywołuje skrócenie płaszczyzny polaryzacji przechodzącego przez kryształ promienia świetlnego. Kąt skrócenia płaszczyzny polaryzacji jest proporcjonalny do indukcji pola magnetycznego w kryształach wg zależności:

$$\delta = c B l, \quad (1.45)$$

gdzie:

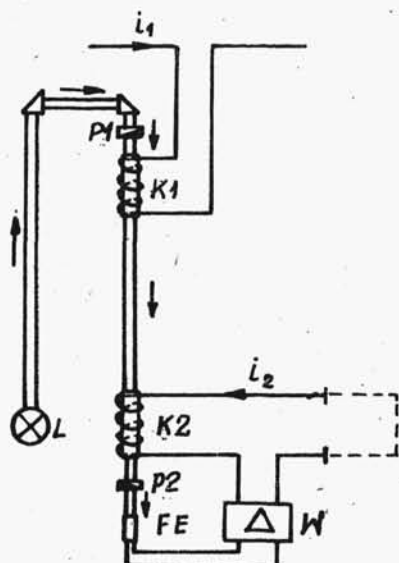
c - stała,

l - długość drogi strumienia świetlnego w kryształach.

Jeśli pole magnetyczne jest wytworzone przez prąd mierzony, to wartość indukcji magnetycznej B , jak również kąt skrócenia płaszczyzny polaryzacji δ , są w określonej skali miarą prądu mierzonego. Ideę pomiaru prądu wykorzystującą opisaną powyżej zasadę i urealizowaną m.in. przez formę Merlin-Gérin, przedstawia rys.1.29.

Źródło światła (L), umieszczone na potencjale ziemi, wysyła wiązkę światła, która po dwukrotnym odbiciu przechodzi przez polaryzator $P1$, gdzie staje się spolaryzowana liniowo. Liniowa wiązka światła przechodzi następnie przez kryształ $K1$,

umieszczony w równoległym (w stosunku do drogi strumienia) polu magnetycznym, wywołanym prądem mierzonym i_1 . Wiązka



Rys.1.29. Układ magneto-optyczny do pomiaru prądu pod wysokim potencjałem

światła o kącie polaryzacji skręconym proporcjonalnie do prądu mierzonych jest skierowana następnie na kryształ K2 (umieszczony w części przyrządu na potencjale ziemi), znajdujący się w polu magnetycznym wywołanym prądem i_2 uzwojenia kompensującego. Po przejściu przez kryształ K2, wiązka przechodzi przez polaryzator P2 i pada na fotoelement (FE)^{x)} sterujący - przez wzmacniacz W - prądem i_2 . Polaryzatory P1 i P2 są skręcone o kąt 90° tak, że przy braku prądu i_1 światło nie dochodzi do fotoelementu; prąd i_2 jest wówczas również równy zero. Przy przepływie prądu mierzonych skręcona w K1 wiązka światła dochodzi

do fotoelementu, który steruje prądem i_2 , powodując jego wzrost aż do chwili, gdy skręcenie światła w kryształach K2 skompensuje skręcenie w K1. W tych warunkach jest spełniona zależność $i_1 z_1 = i_2 z_2$, gdzie z_1 i z_2 - liczby zwojów uzwojeń nawiniętych na kryształach K1 i K2. Tak więc prąd

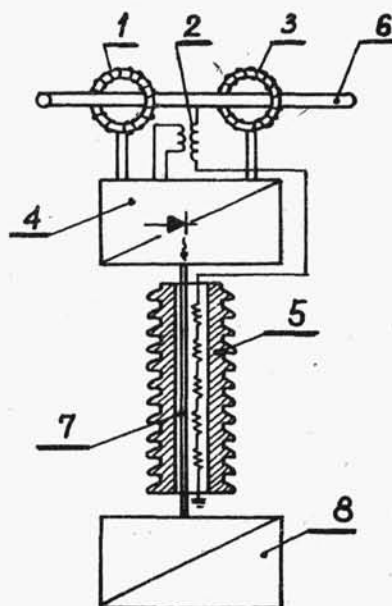
$$i_2 = i_1 \frac{z_1}{z_2} \text{ jest miarą prądu pierwotnego.}$$

W układzie wg rys.1.30 prąd znamionowy (i_1) jest transformowany za pomocą rdzenia magnetycznego (1) z nawiniętym na nim uzwojeniem wtórnym, z tym, że rdzeń znajduje się w części układu pomiarowego pod wysokim potencjałem tak, że nie wymagana jest izolacja wysokonapięciowa pomiędzy uzwojeniem pierwotnym a rdzeniem. Sygnał z uzwojenia wtórnego (będący miarą

x) Może to być fotoogniwo, fotorezystor lub fotodioda.

prądu pierwotnego) jest doprowadzony do przetwornika analogowo-cyfrowego (4), gdzie następuje zamiana mierzonego przebiegu analogowego na ciąg impulsów modulowanych częstotliwościowo. Impulsy te są następnie zamieniane w drodze luminescencyjnej na impulsy świetlne^{x)}, które przechodzą przez kabel świetlny (7), o długości dobranej z uwagi na wymagania napięciowe i są odbierane przez fototranzystor w części odbiorczej (8), zawierającej przetwornik cyfrowo-analogowy, znajdujący się na potencjale ziemi. Na wyjściu otrzymuje się ponownie sygnał analogowy będący miarą prądu pierwotnego. Do zasilania obwodów przetwornika analogowo-cyfrowego służą przekładnik prądowy (2) i napięciowy (3), dzięki czemu zasilanie jest zapewnione zarówno w stanie zwarcia (nie ma sygnału z przekładnika napięciowego) jak i w stanie jałowym (nie ma sygnału z przekładnika prądowego).

Podobnie jak opisano powyżej, realizowane są próby wykonania przekładników napięciowych np. z wykorzystaniem zjawiska wpływu natężenia pola elektrycznego na własności świetlne kryształów (efekt Pokkelsa), jak również próby budowy przekładników skojarzonych (prądowo-napięciowych). Niektóre firmy zbudowały i poddały próbom a nawet oddały do próbnej eksploatacji prototypy niekonwencjonalnych przekładników. Jak dotąd nie znalazły one jednakże szerszego zastosowania. Najbliższa przy-



Rys.1.30. Układ elektro-optyczny do pomiaru prądu pod wysokim potencjałem, 1-rdzeń magnetyczny, 2-przekładnik prądowy zasilający, 3-przekładnik napięciowy zasilający, 4-przetwornik analogowo-cyfrowy, 5-izolator oślonowy, 6-przewód z prądem mierzonym, 7 - kabel świetlny, 8-część odbiorcza układu

x) Możliwe są również układy, w których świetlnie jest przesyłany sygnał analogowy (bez przetwornika a - c).

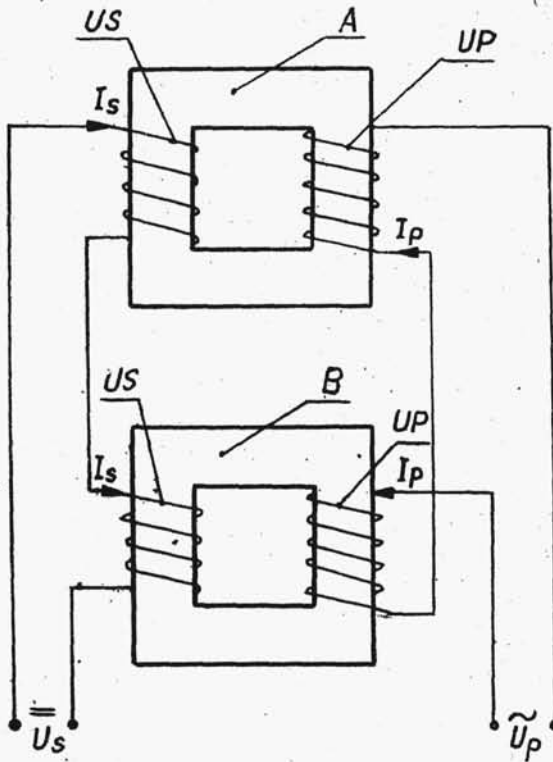
szłość, w której będą oddawane do eksploatacji układy elektroenergetyczne na napięcia > 1000 kV powinna dać odpowiedź czy rozwiązania te są już dostatecznie dojrzałe.

2. TRANSDUKTORY

2.1. Wiadomości wstępne

Przekładniki prądu stałego (transduktory) są stosowane do pomiaru prądu w obwodach wysokonapięciowych prądu stałego oraz w obwodach niskonapięciowych prądu stałego w przypadku bardzo dużych wartości prądu, gdy pomiar bocznikami jest utrudniony.

Idea przekładnika prądu stałego jest przedstawiona na rys. 2.1. Przekładnik składa się z dwóch rdzeni magnetycznych (A i B), przy czym na każdym rdzeniu nawinięte są dwa uzwojenia: pierwotne - prądu stałego (US) oraz wtórne - prądu przemiennego (UP). Przy dużych prądach uzwojenie prądu stałego ma tylko jeden zwój ($z_s = 1$). Uzwojenia prądu stałego, przez które przepływa mierzony prąd, są połączone szeregowo i zgodnie (tj. koniec uzwojenia pierwszego rdzenia z początkiem uzwojenia drugiego rdze-



Rys.2.1. Ideowy schemat transduktora AB - rdzenie, US - uzwojenie prądu stałego, UP - uzwojenie prądu przemiennego.