

LABORATORIUM INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Protokół do ćwiczenia **nr 12**

Badanie elementów ochronnych niskiego napięcia

Grupa dziekańska:.....

Data wykonania ćwiczenia:

Grupa laboratoryjna:

Godzina wykonania ćwiczenia:

Skład zespołu wykonującego ćwiczenie:

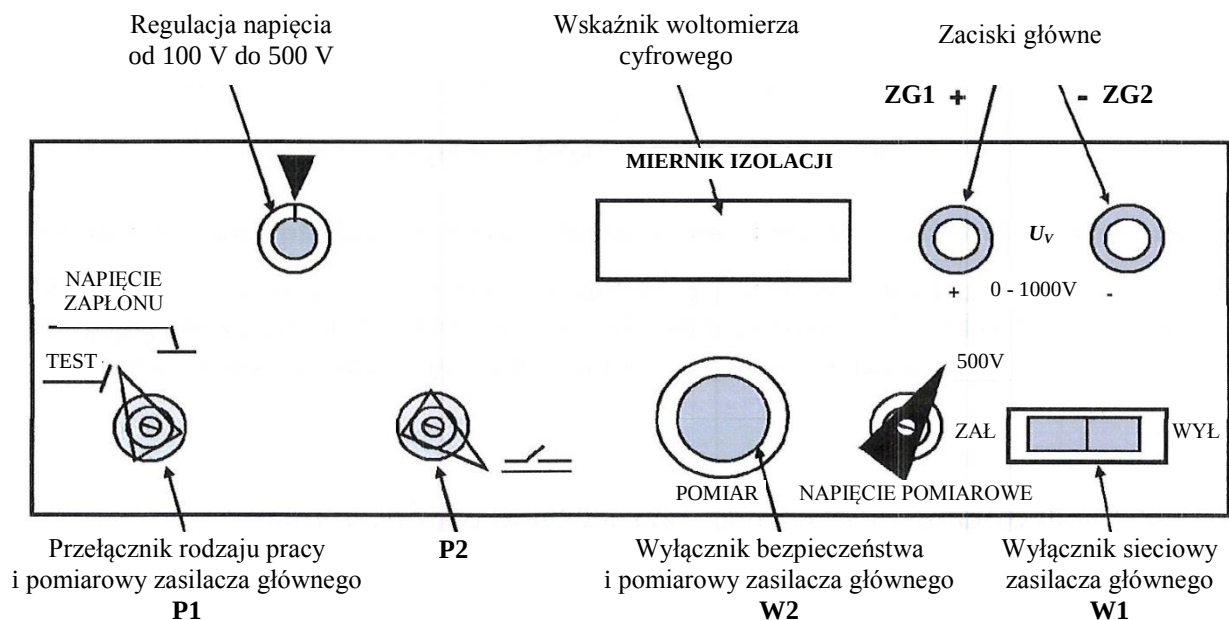
1.
2.
3.
4.

1. PROGRAM ĆWICZENIA

1.1. Opis stanowiska laboratoryjnego

Przedmiotem ćwiczenia jest badanie elementów ochronnych zamontowanych wewnątrz zamkniętej obudowy z napisem *Elementy układu ochronnego*, z wyprowadzonymi zaciskami **Z1** oraz **Z2** i przełącznikiem **P**. Pomiary wykonuje się korzystając z zasilaczy zamontowanych w mierniku izolacji. Są to:

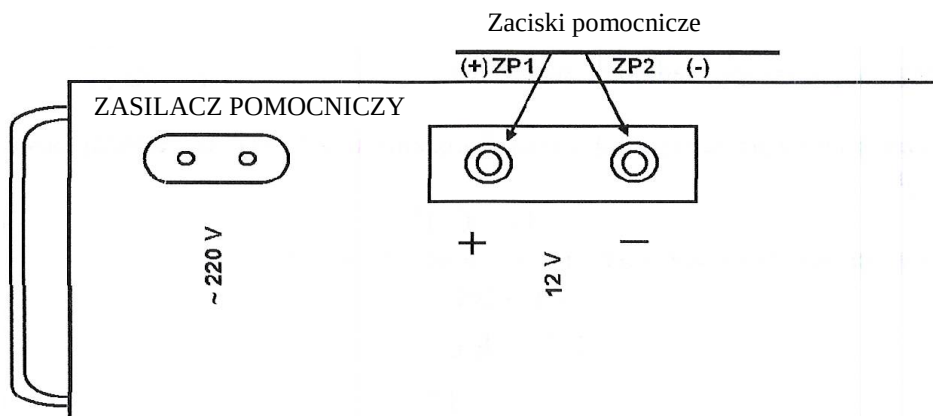
- zasilacz główny z wyprowadzonymi zaciskami głównymi **ZG1**, **ZG2** (oznaczonymi jako $U_V +$ i $U_V -$), o napięciu regulowanym w zakresie $(0 \div 500)$ V dla warystorów i $(0 \div 1000)$ V dla odgromników gazowych,
- zasilacz pomocniczy z wyprowadzonymi zaciskami pomocniczymi **ZP1**, **ZP2** (oznaczonymi jako $12V +$ i $12V -$), dla pozostałych elementów badanych za pomocą woltomierza **V1** i amperomierza **A1**.



Rys. 1. Widok płyty czołowej miernika izolacji, używanego w ćwiczeniu jako zasilacz główny o napięciu regulowanym w zakresie $(0 \div 500)$ V i $(0 \div 1000)$ V

Badane elementy wymagają zastosowania ograniczenia wielkości płynącego przez nie prądu, stąd oba zasilacze mają wewnątrz zamontowane ograniczniki prądowe. Pomiary należy wykonywać z zachowaniem szczególnej ostrożności, aby nie ulec porażeniu prądem z zasilacza (maksymalne napięcie jakie daje zasilacz wynosi 1000 V). W celu zachowania bezpieczeństwa istnieją dwa błyskawiczne wyłączniki prądu: bistabilny kołyskowy, załączający zasilanie sieciowe (**W1**) i monostabilny przycisk (**W2**), który wymaga nacisku i przytrzymywania palcem w czasie trwania pomiaru. Badanie napięcia zapłonu odgromnika i badanie warystorów wykonuje się napięciem regulowanym (zakres od 100 V do 500 V) i w związku z tym wymagana jest obecność osoby

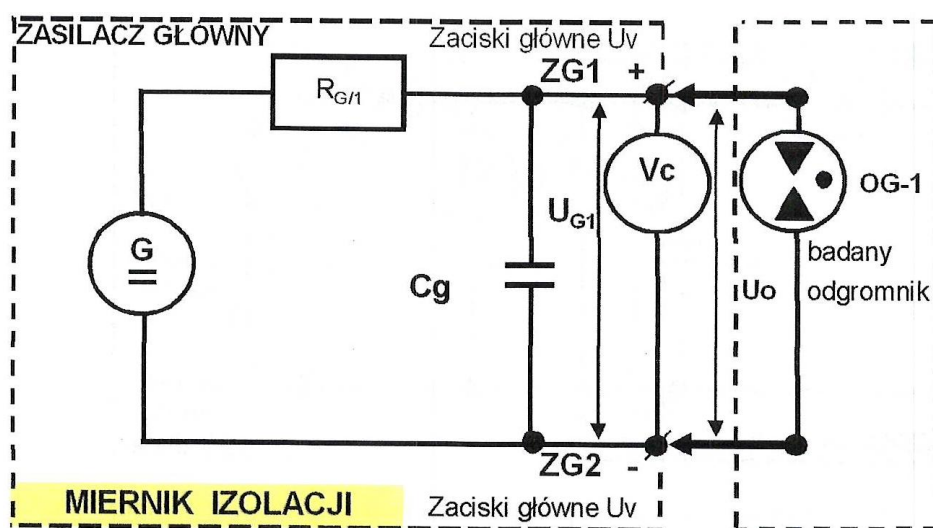
przewodzącej ćwiczenie. Przy badaniu elementów ochronnych (oprócz termistorów PTC) ważny jest krótki czas wykonywania pojedynczego pomiaru, aby uniknąć niekorzystnego wpływu nagrzewania się elementów na pełzanie wskazania mierników.



Rys. 2. Widok bocznej ścianki miernika izolacji, zasilacz pomocniczy i zaciski pomocnicze **ZP1 (+)** i **ZP2 (-)**

1.2. Wyznaczanie statycznego napięcia zapłonu odgromnika

Schemat układu pomiarowego do wyznaczania statycznego napięcia zapłonu odgromnika przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 3. Pomiar statycznego napięcia zapłonu odgromnika gazowego za pomocą układu generatora - zasilacza wolno narastającego napięcia, o regulowanym napięciu wyjściowym w zakresie (0 ÷ 500) V i (0 ÷ 1000) V

Oznaczenia do rysunku 3:

V_c - woltomierz cyfrowy miernika izolacji,

OG-1 - badany odgromnik w osłonie izolacyjnej ochronnej,

G - generator - zasilacz wolno narastającego napięcia, szybkość < 100 V/s,

$R_{G/1}$ - rezystancja wewnętrzna generatora - zasilacza ($R_{G/1} = 100 \text{ k}\Omega$ na zakresie do 500 V i $R_{G/1} = 1 \text{ M}\Omega$ na zakresie do 1000 V),

C_G - pojemność obwodu wyładowania łukowego, $C_G = 10 \text{ }\mu\text{F}/1000 \text{ V}$,

U_{G1} - napięcie wyjściowe generatora,

U_0 - napięcie statyczne zapłonu odgromnika.

UWAGA!

Pomiar statycznego napięcia zapłonu odgromnika wykonuje prowadzący ćwiczenie lub ćwiczący w obecności prowadzącego po uprzednim poinstruowaniu.

Sposób wykonania ćwiczenia:

- ustawić przełącznik **P1** zasilacza głównego w pozycji **NAPIĘCIE ZAPŁONU**,
- ustawić przełącznik **P2** w pozycji **WYŁĄCZONY**,
- ustawić przełącznik **NAPIĘCIE POMIAROWE** w pozycji **500 V**,
- regulator napięcia ▼ skrócić delikatnie w lewo (potencjometr wieloobrotowy),
- do zacisków głównych włączyć badany odgromnik gazowy w osłonie ochronnej i przytrzymać wyłącznik bezpieczeństwa **W2**,
- wyłącznik **W1** ustawić w pozycji **ZAŁ**,
- obserwując odgromnik przez przezroczystą obudowę powoli zwiększać napięcie zapłonu regulatorem napięcia aż do wystąpienia zapłonu odgromnika,
- następnie lekko zmniejszyć napięcie i oczekiwać czy nie nastąpi zapłon,
- kolejno zwiększając i zmniejszając minimalnie napięcie ustalić próg występowania zapłonu i pozostawić regulator w pozycji progowej,
- w trakcie ustalania progu dopuszcza się do wystąpienia kilku zapłonów,
- następnie można odczytać napięcie ze wskaźnika cyfrowego miernika izolacji, przytrzymując nadal wyłącznik **W2**.

Napięcie progowe ustalone za pomocą regulatora i odczytane ze wskaźnika cyfrowego miernika izolacji po zwolnieniu wyłącznika **W2** jest **statycznym napięciem zapłonu odgromnika gazowego**.

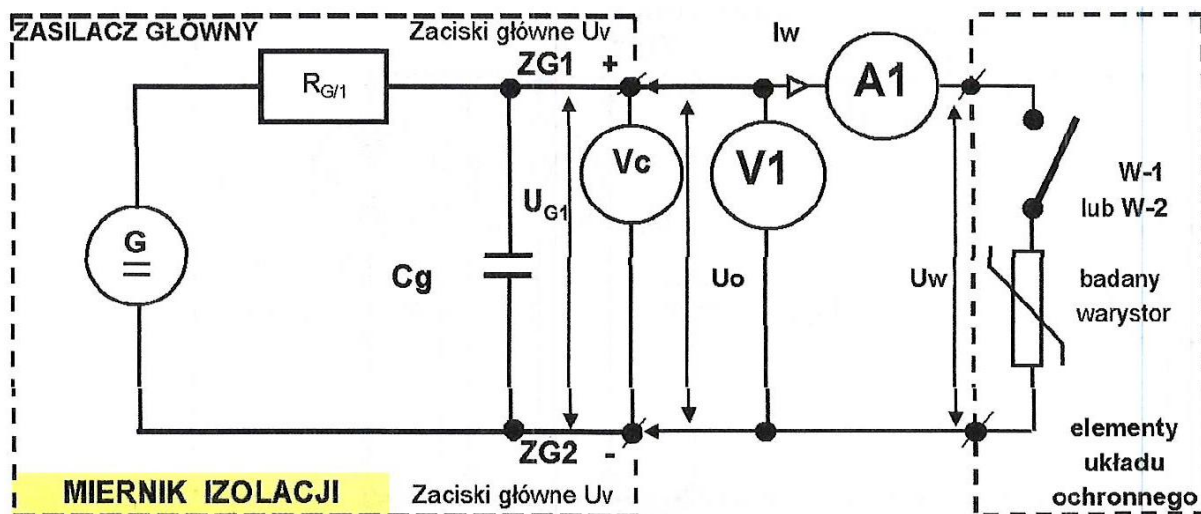
W sprawozdaniu należy podać zmierzoną wartość napięcia zapłonu dla dwóch różnych odgromników.

Napięcie statyczne zapłonu odgromnika nr 1: $U_C = \dots\dots\dots V$

Napięcie statyczne zapłonu odgromnika nr 2: $U_C = \dots\dots\dots V$

1.3. Wyznaczanie charakterystyki prądowo - napięciowej warystora

Schemat układu pomiarowego do badania warystorów przedstawiony jest na rysunku 4.



Rys. 4. Układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyk prądowo - napięciowych warystorów W1 i W2 z poprawnie mierzoną wartością prądu

Oznaczenia do rysunku 4 (oznaczenia, które nie występują na rysunku 3):

V1 - woltomierz cyfrowy zewnętrzny o rezystancji wewnętrznej 10 MΩ, zakres 1000 V,

A1 - amperomierz cyfrowy o zakresach: 200 μA, 2 mA, 20 mA, o rezystancji wewnętrznej R_A ,

I_W - prąd warystora odczytywany z amperomierza A1,

U_W - napięcie na warystorze U_0 , pomniejszone o spadek napięcia na rezystancji wewnętrznej amperomierza $\Delta U_{RA} = I_W \cdot R_A$ (zwykle mniej niż 1 V),

U_0 - napięcie statyczne warystora, odczytywane z dokładnością do 1 V.

UWAGA!

Pomiar statycznego napięcia warystora wykonuje prowadzący ćwiczenie lub ćwiczący w obecności prowadzącego po uprzednim poinstruowaniu.

Sposób wykonania ćwiczenia:

- ustawić przełącznik **P1** zasilacza głównego w pozycji **NAPIĘCIE ZAPŁONU**,
- ustawić przełącznik **P2** w pozycji **WYŁĄCZONY**,
- ustawić przełącznik **NAPIĘCIE POMIAROWE** w pozycji **500 V**,
- regulator napięcia ▼ skrócić delikatnie w lewo (potencjometr wieloobrotowy),
- do zacisków głównych włączyć zestawiony układ pomiarowy i przytrzymać wyłącznik bezpieczeństwa **W2**,
- wyłącznik **W1** ustawić w pozycji **ZAL**,
- obserwując i zapisując wskazania mierników powoli zwiększać napięcie zasilacza regulatorem napięcia aż do wystąpienia zauważalnego odczytu prądu I_W ,
- następnie lekko zwiększyć napięcie i odczytać kolejne wartości prądu I_W ,

- zwiększając napięcie ustalić próg występowania raptownego wzrostu prądu przy stosunkowo niewielkiej zmianie napięcia i pozostawić regulator w pozycji progowej,
- w trakcie ustalania progu należy wykonać dodatkowo kilka pomiarów,
- wyniki pomiarów zanotować w tabeli 1 (warystor W1) oraz w tabeli 2 (warystor W2).

Tabela 1. Wyniki pomiarów charakterystyki warystora W1

L.p.	I_W mA	U_W V	P_W mW	R_{stat} k Ω	R_{dyn} k Ω	$ R_{dyn} $ k Ω	$\beta = \log \frac{U_{11}}{U_6}$	$C = \frac{U_{10}}{I_{10}^\beta}$
1.	0,001							
2.	0,003							
3.	0,01							
4.	0,03							
5.	0,10							
6.	0,20							
7.	0,30							
8.	0,40							
9.	0,50							
10.	0,60							
11.	0,70							
12.	1,00							

Tabela 2. Wyniki pomiarów charakterystyki warystora W2

L.p.	I_W mA	U_W V	P_W mW	R_{stat} k Ω	R_{dyn} k Ω	$ R_{dyn} $ k Ω	$\beta = \log \frac{U_{11}}{U_6}$	$C = \frac{U_{10}}{I_{10}^\beta}$
1.	0,001							
2.	0,003							
3.	0,01							
4.	0,03							
5.	0,10							
6.	0,20							
7.	0,30							
8.	0,40							
9.	0,50							
10.	0,60							
11.	0,70							
12.	1,00							

Zmierzone charakterystyki powinny być symetryczne względem punktu (0, 0). Obliczenia należy przeprowadzić korzystając ze wzorów:

$$P_W = U_W \cdot I_W, \quad (1)$$

$$R_{stat} = \frac{U_W}{I_W}, \quad (2)$$

oraz przykładowo dla U_6 :

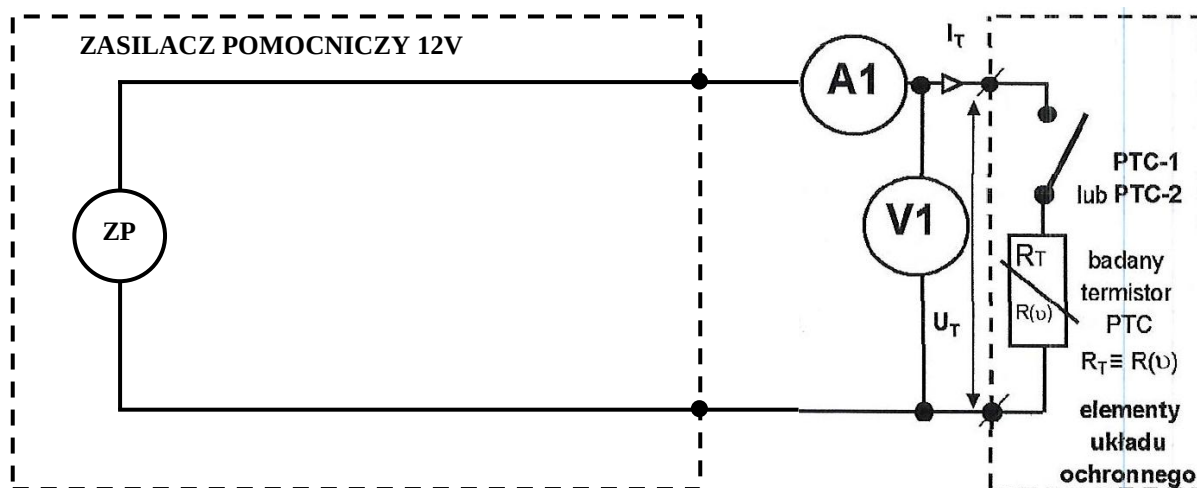
$$R_{dyn}(U_6) = \frac{\Delta U}{\Delta I} \Big|_{U_6} = \frac{U_7 - U_5}{I_7 - I_5} \Big|_{U_6} \quad (3)$$

Prowadzący ustala maksymalny prąd I_W dla badanego warystora. Zakres prądów powinien obejmować 3 ÷ 4 dekady, maksymalnie do 1 mA. Aby uzyskać poprawną charakterystykę napięciowo - prądową ważne jest dokładne zmierzenie wartości w okolicy przegięcia charakterystyki. Dla tego obszaru wyznaczamy stałe β i C .

W sprawozdaniu należy wykreślić charakterystyki $I_W = f(U_W)$ obu badanych warystorów. Wykreślamy je w skali liniowej dla obu kierunków płynącego prądu.

1.4. Wyznaczanie charakterystyki prądowo - napięciowej termistora

Schemat układu pomiarowego do badania termistorów przedstawiony jest na rysunku 5.



Rys. 5. Układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyk prądowo - napięciowych termistorów PTC1 i PTC2 z poprawnie mierzoną wartością napięcia

Oznaczenia do rysunku 5 (oznaczenia, które nie występują na rysunku 3):

- V1 - woltomierz cyfrowy zewnętrzny o rezystancji wewnętrznej 10 MΩ, zakres 1000 V,
- A1 - amperomierz cyfrowy o zakresach: 2 mA, 20 mA, 200 mA o rezystancji wewnętrznej R_A ,
- I_T - prąd termistora odczytywany z amperomierza A1,
- U_T - napięcie na termistorze.

UWAGA!

Układ pomiarowy sprawdza prowadzący ćwiczenie, a następnie pomiary wykonują ćwiczący.

Sposób wykonania ćwiczenia:

- ustawić przełącznik **P1** zasilacza głównego w pozycji **TEST**,
- ustawić przełącznik **P2** w pozycji **WYŁĄCZONY**,
- ustawić przełącznik **NAPIĘCIE POMIAROWE** w pozycji **500 V**,
- regulator napięcia ▼ skrócić delikatnie w lewo (potencjometr wieloobrotowy),
- do zacisków pomocniczych włączyć zestawiony układ pomiarowy,
- połączyć zacisk główny **ZG1 (+)** z zaciskiem **ZP1 (+)** w celu kontroli przeciążenia,
- wyłącznik **W1** ustawić w pozycji **ZAŁ**,
- obserwując i zapisując wskazania mierników powoli zwiększać napięcie zasilacza regulatorem R_p aż do wystąpienia zauważalnego odczytu prądu I_T ,
- następnie lekko zwiększyć napięcie i odczytać kolejne wartości prądu I_T ,
- zwiększając napięcie ustalić próg występowania spadku wartości prądu przy stosunkowo niewielkiej zmianie napięcia,
- w trakcie ustalania progu należy wykonać dodatkowo kilka pomiarów,
- pomiary wykonywać aż do uzyskania maksymalnego napięcia (skrajne położenie suwaka potencjometru R_p),
- wyniki pomiarów zanotować w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki pomiarów charakterystyk termistorów PTC1 i PTC2

L.p.	Termistor PTC1					Termistor PTC2				
	U_T	I_T	P_T	R_{stat}	R_{dyn}	U_T	I_T	P_T	R_{stat}	R_{dyn}
	V	mA	mW	Ω	Ω	V	mA	mW	Ω	Ω
1.	0,5					0,5				
2.	1,0					1,0				
3.	1,5					1,5				
4.	2,0					2,0				
5.	2,5					2,5				
6.	3,0					3,0				
7.	4,0					4,0				
8.	5,0					5,0				
9.	6,0					6,0				
10.	8,0					8,0				
11.	10,0					10,0				
12.	12,0					12,0				

Obliczenia należy przeprowadzić korzystając ze wzorów:

$$P_T = U_T \cdot I_T, \quad (4)$$

$$R_{stat} = \frac{U_T}{I_T}, \quad (5)$$

oraz przykładowo dla U_6 :

$$R_{dyn(U_6)} = \left. \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|_{U_6} = \left. \frac{U_7 - U_5}{I_7 - I_5} \right|_{U_6} \quad (6)$$

Aby uzyskać poprawną charakterystykę prądowo - napięciową ważne jest dokładne zmierzenie wartości w okolicy przegięcia charakterystyki. Dla tego obszaru wyznaczamy kilka wartości prądów I_T .

W sprawozdaniu należy wykreślić na jednym wykresie, w skali liniowej, charakterystyki $I_T = f(U_T)$ obu badanych termistorów.

2. OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA

Sprawozdanie powinno zawierać:

- schematy układów pomiarowych,
- tabele z wynikami pomiarów i obliczeń,
- przykładowe obliczenia,
- charakterystyki wyszczególnione w poszczególnych częściach ćwiczenia,
- uwagi i wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

3. PYTANIA KONTROLNE

- Opisać parametry charakterystyczne warystorów.
- Opisać przebieg charakterystyki prądowo - napięciowej warystora.
- Wyjaśnić na czym polega działanie zabezpieczające warystora.
- Opisać parametry charakterystyczne termistora.
- Opisać przebieg charakterystyki prądowo - napięciowej termistora.
- Wskazać na charakterystyce prądowo - napięciowej termistora obszar występowania rezystancji dynamicznej o wartości ujemnej.
- Wyjaśnić na czym polega działanie zabezpieczające termistora.

4. LITERATURA

- Norma Zakładowa ZN-96 TP S.A. - 036: *Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Urządzenia ochrony ludzi i instalacji przed przepięciami i przetężeniami. Wymagania i badania.*
- Cholewicki T.: *Analiza obwodów elektrycznych.* Warszawa, WNT 1962.
- Kotecki J.: *Rezystory - konstrukcja, technologia i zastosowania w teleelektryce.* Warszawa, WKŁ 1970.
- Gawryluk A.: *Z danych firmy Acte.* Elektronika Praktyczna nr 1/2001.
- Kowalczyk E., Przesmycki O.: *Technika teletransmisji. Problemy podstawowe.* Warszawa, WKŁ 1966.
- Maziarz J.: *Opracowanie stanowiska do badania skuteczności ochrony przeciwprzepięciowej instalacji elektrycznych budynków i sieci komputerowych. Magisterska praca dyplomowa.* Lublin, Politechnika Lubelska 2001.
- Świt A.: *Przyrządy półprzewodnikowe.* Warszawa, WNT 1968.
- Siekierski A.: *Diody i tranzystory. Dane techniczne i charakterystyki.* Warszawa, WKŁ 1976.
- Antoniewicz J.: *Własności dielektryków, tablice i wykresy.* Warszawa, WNT 1971.
- DEHN & SOHNE: *Main Catalogue. Overvoltage protection. UE'96E.* Publication No. DS570/E/96. DEHN & SOHNE GMBH & CO.KG. ELEKTROTECHNISCHE FABRIK.
- Katalog HARRIS Suppression Products: *Technical Information. Semiconductor for transient voltage suppression applications.* Next level solutions 1999 - 2000.
- *Miernik izolacji i napięcia zapłonu odgromników. Typ MNZO. Dokumentacja elektryczna, schematy. Instrukcja Techniczno - Eksploatacyjna.* Wydawnictwo PPTT Zakład Techniczny w Lublinie. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy. Lublin 1991.