

TRANSFORMATORY



KOMISJA WYDAWNICZA
TOWARZYSTWA BRATNIEJ POMOCY STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

EUGENJUSZ JEZERSKI
INŻYNIER-ELEKTRYK

TRANSFORMATORY



ROK

WARSZAWA

1935

WYDANO WSPÓŁ Z KOŁEM ELEKTRYKÓW STUDENTÓW POLITECHNIKI
WARSZAWSKIEJ

i.z. 3718



~~8.38.~~
~~C. 1038.~~



nr. 26

BG02P/273-09

P R Z E D M O W A.

W chwili powstawania państwa polskiego w roku 1918-ym na ziemiach polskich nie było zupełnie poważnego przemysłu elektrotechnicznego. Zaledwie w paru drobnych działach elektrotechniki można było spotkać wyroby krajowe. Ale już w roku 1921-ym zaczynają powstawać zakłady, zakrojone na szeroką skalę, jak: fabryki maszyn elektrycznych, kabli, aparatów i t. d., które powoli pokrywają część zapotrzebowania wewnętrznego kraju i zmniejszają wwóz takich wyrobów z zagranicy. Jeszcze w roku 1927-ym stosunek wytwórczości krajowej miał się do wwozu pod względem wagi, jak 1 : 2,15, i pod względem wartości, jak 1 : 1,7, a już w roku 1932 stosunek wag wynosił 1 : 0,35 i stosunek wartości 1 : 0,77 na naszą korzyść. Tak znaczny rozwój przemysłu elektrotechnicznego w Polsce wymagał, oczywiście, dużego zastępu młodych sił technicznych, gdyż starsi polscy elektrotechnicy pracowali przeważnie w elektrowniach, przy instalacjach, montażach i, niestety, przy sprzedaży wyrobów zagranicznych. Tych młodych inżynierów-elektryków dostarczyła Polsce przeważnie Politechnika Warszawska. Jej dyplomanci wzięli się do pracy twórczej w fabrykach elektrotechnicznych, a jednocześnie zaczęli tworzyć literaturę elektrotechniczną, między innymi z dziedziny maszyn elektrycznych, t. j. z tej dziedziny, w której przed 15 laty byliśmy na samym końcu między kulturalnymi narodami Europy.

Książka niniejsza o transformatorach, napisana przez p. inżyniera Eugenjusza Jezierskiego, odpowiada wszystkim obecnym pojęciom technicznym i zawiera dostateczny materiał zarówno dla inżynierów, zajmujących się obliczaniem i budową transformatorów, jak również dla inżynierów i techników, pod których pieczę znajdują się transformatory, pracujące w elektrowniach i na sieciach. A transformatory należą do tych wyrobów, w których przemysł polski doszedł do bardzo dobrych rezultatów zarówno pod względem jakości, jak też i pod względem wielkości zbudowanych poszczególnych jednostek.

KONSTANTY ŻÓRAWSKI.

Warszawa, dn. 8-go lipca 1935 r.

OD AUTORA.

Praca niniejsza ma na celu zapoznanie czytelnika z teorią transformatora, ze zjawiskami, zachodzącymi podczas jego pracy oraz z zasadami budowy i obliczenia. Jeżeli chodzi o dwa ostatnie działy, miałem na uwadze przede wszystkim normalny transformator o olejowym naturalnym chłodzeniu.

Zdając sobie sprawę ze wszystkich trudności natury rzeczowej i dydaktycznej, podjąłem tę pracę, wobec braku w polskiej literaturze elektrotechnicznej specjalnego dzieła traktującego o transformatorach. Pragnąłbym by moja książka, chociaż w drobnym stopniu, brak ten usunęła i stała się pomocą początkującemu inżynierowi, studentowi politechniki, jak również słuchaczowi szkoły zawodowej typu wyższego.

Uważam za swój obowiązek serdecznie podziękować na tem miejscu p. prof. K. Żórawskiemu, oraz p. inż. W. Jaroszyńskiemu za przejrzenie rękopisu i poczynione uwagi; p. inż. W. Kopczyńskiemu — za przejrzenie obliczenia transformatora, oraz p. Dr. W. Ślebodzińskiemu za pomoc przy opracowaniu działu o prądzie zwarcia.

Należy się również podziękowanie p.p. E. Klugemu, M. Michalewskiemu, K. Głowinkowskiemu oraz B. Plessnerowi, absolwentom Państwowej Wyższej Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu, w której wykładam kurs maszyn elektrycznych — za wykonanie niektórych rysunków, p. Plessnerowi zaś specjalnie za pomoc przy porządkowaniu rękopisu i korekcie.

Dziękuję również Komisji Wydawniczej Towarzystwa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej i Kołu Elektryków Studentów Politechniki Warszawskiej, których staraniem książka została wydana, jak również tym firmom, które dostarczyły mi fotografii.

E. J.

Poznań, maj 1935 r.

SPIS RZECZY.

Rozdział I. Transformator jednofazowy.

	Str.
1. Pojęcia ogólne	2
2. Zasada działania transformatora	4
3. Straty mocy w żelazie i prąd biegu jałowego	8
4. Strumienie rozproszenia i indukcyjne spadki napięć w transformatorze	21
5. Oporność omowa i straty mocy w miedzi uzwojeń	29
6. Wykresy wektorowe transformatora	32
7. Zwarcie normalne transformatora	39
8. Spadki napięć w transformatorze	41
9. Kierunek nawinięcia uzwojeń	46

Rozdział II. Transformowanie prądu trójfazowego.

1. Transformator trójfazowy	48
2. Łączenie uzwojeń fazowych po stronie pierwotnej	50
3. Łączenie uzwojeń fazowych po stronie wtórnej	51
4. Połączenie w zygzak	55
5. Trzecia harmoniczna prądu magnesującego w transformatorze trój- fazowym	59
6. Prąd biegu jałowego	63
7. Układy połączeń	64

Rozdział III. Sprawność.

SPRAWNOŚĆ	75
---------------------	----

Rozdział IV. Praca równoległa transformatorów.

PRACA RÓWNOLEGLA TRANSFORMATORÓW.	80
---	----

Rozdział V. Zwarcie transformatora.

1. Zwarcie ustalone	92
2. Zjawiska nieustalone	93
3. Mechaniczne oddziaływanie uzwojeń na siebie	99

Rozdział VI. Prąd włączania.

PRĄD WŁĄCZANIA.	105
-------------------------	-----

Rozdział VII. Wypadki specjalne transformowania.

	Str.
1. Transformator trójzwojeniowy	112
2. Transformowanie prądu dwufazowego	113
3. Zmiana liczby faz	113
4. Autotransformator	115
5. Transformator miernicze	118
6. Regulacja napięcia	124

Rozdział VIII. Budowa transformatora.

1. Obwód magnetyczny	135
2. Obwód elektryczny	145
3. Osadzenie uzwojeń na słupie	169
4. Zestawienie	175
5. Izolatory przepustowe	178
6. Olej transformatorowy	179

Rozdział IX. Grzanie się i chłodzenie transformatora.

1. Pojęcia ogólne	182
3. Transformator olejowy	190
2. Transformator suchy	185
4. Konserwator	200
5. Przeciążanie transformatorów	201

Rozdział X. Obliczenie transformatora.

1. Obwód magnetyczny	207
2. Obwód elektryczny	212
3. Przybliżone obliczenie głównych wymiarów transformatora	217
4. Przykład liczbowy	219
5. Transformatory wykonane	234

Rozdział XI. Badanie transformatora.

BADANIE TRANSFORMATORA.	243
Skorowidz alfabetyczny	263
Literatura	267