

## TRANSFORMATORY ZASILAJĄCE UKŁADY PRZEKSZTAŁTNIKOWE

Mirosław Łukiewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ELHAND TRANSFORMATORY,  
e-mail : m.lukiewski@elhand.com.pl

Zasilanie układów przekształtnikowych odbywa się najczęściej za pośrednictwem transformatorów, których parametry dostosowane są do wymagań przekształtników.

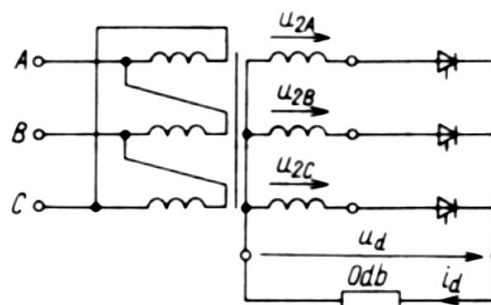
ELHAND TRANSFORMATORY od kilkunastu lat produkuje transformatory przekształtnikowe typu ET1SB oraz ET3SB. Jest to bardzo obszerna grupa maszyn w różnych wykonaniach. Transformatory tego typu współpracują z wieloma, często bardzo złożonymi, układami przekształtników.

### Transformatory przekształtnikowe

Z grupy transformatorów przekształtnikowych należy wyróżnić transformatory jedno- i trójfazowe. Transformatory jednofazowe typu ET1SB produkowane są najczęściej jako proste maszyny dwuuzwojeniowe lub w wersji z odczepem wyprowadzonym ze środka uzwojenia wtórnego. Transformatory z odczepem pracują z prostownikami sterowanymi w układzie dwufazowym. Odczep ten pełni rolę zacisku neutralnego, do którego podłączone jest obciążenie. Transformatory jednofazowe bez odczepu współpracują zazwyczaj z dwupulsowym układem sterowanego prostownika w postaci mostka Gretza. W przypadku układu mostkowego prostownika często rezygnuje się z transformatora przekształtnikowego na rzecz dławików sieciowych typu ED1N, przez które zasilają się mostek.

Trójfazowe transformatory przekształtnikowe typu ET3SB w zależności od układu przekształtnika, który zasilają produkowane są w wielu odmianach. Jedną

z najprostszych konstrukcji jest transformator dedykowany układom przekształtników trójfazowych (rys.1). Uzwojenia pierwotne tych transformatorów najczęściej połączone są w trójkąt wtórne natomiast w gwiazdę z wyprowadzonym zaciskiem neutralnym (grupa Dyn ). Podobnie jak w układach mostkowych układ przekształtnika trójfazowego można zasiląć z sieci trójfazowej czteroprzewodowej bez transformatora zastępując go dławikami sieciowymi typu ED3N. Wyprostowany prąd obciążenia przepływa wówczas przez przewód neutralny linii zasilającej. Ogranicza to znacznie moc odbiorników jakie w ten sposób mogą być zasilane.



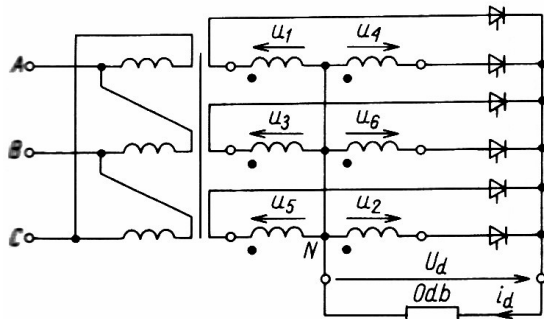
rys.1 Schemat przekształtnika trójfazowego z przewodem neutralnym [3]

Znacznie więcej zastosowań znajdują transformatory przeznaczone do układów przekształtników sześciopulsowych. W tej grupie maszyn najczęściej stosowanym rozwiązaniem konstrukcyjnym jest typowy transformator trójfazowy wykonywany dla układu sześciopulsowego przekształtnika mostkowego. Układ taki zasilają się poprzez transformator lub dławiki sieciowe. Transformator stosuje się wtedy gdy konieczne jest dopasowanie napięcia wyjściowego przekształtnika do wymaganego napięcia odbiornika. Układ mostkowy przekształtnika nie wymaga wyprowadzenia przewodu neutralnego po stronie wtórnej transformatora, a jego uzwojenia mogą tworzyć następujące układy połączeń: Yy, Yd, Dy, Dd.

Nietypowym rozwiązaniem konstrukcyjnym jest specjalny transformator do zasilania przekształtnika sześciopulsowego. Uzwojenia pierwotne tego transformatora tworzą trójkąt, uzwojenia

## ELHAND TRANSFORMATORY

wtórne natomiast skojarzone są w układ sześciopulsowy z wyprowadzonym zaciskiem neutralnym (rys.2).

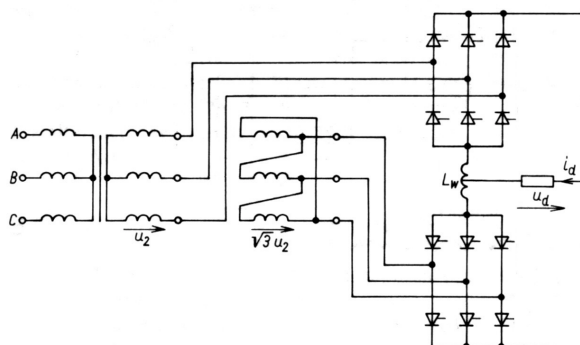


rys.2 Schemat przekształtnika sześciopulsowego sześciofazowego z przewodem neutralnym [3]

Kolejną obszerną grupą transformatorów przekształtnikowych są maszyny pracujące w układach przekształtników złożonych wielopulsowych. Na (rys.3) przedstawiono układ przekształtnika dwunastopulsowego złożonego z dwóch równolegle połączonych poprzez dławik prostowników sześciopulsowych. W układzie tym zastosowano transformator przekształtnikowy trójuzwojeniowy. Dzięki zasilaniu każdego mostka z oddzielnego uzwojenia wtórnego o różnych grupach połączeń, uzyskano przesunięcie fazowe napięć zasilających mostki. Korzystną konsekwencją tego rozwiązania jest zwiększenie liczby pulsacji napięcia wyprostowanego.

Transformatory przekształtnikowe pracują w skrajnie trudnych warunkach. Prądy wtórne tego typu maszyn zawierają cały szereg harmonicznnych. Skład jakościowy oraz ilościowy harmonicznnych prądu zależy od układu przekształtnika, w którym transformator pracuje. W układach przekształtników z przewodem neutralnym prąd po stronie wtórnej transformatora przybiera kształt jednokierunkowych impulsów prostokątnych. Powoduje to podmagnesowanie rdzenia strumieniem zawierającym składową stałą. Jest to efekt niekorzystny z punktu widzenia energetycznego transformatora.

Transformatory przekształtnikowe są z reguły większe gabarytowo oraz cięższe od typowych transformatorów zasilających. Różnice te wynikają z celowego obniżenia indukcji w rdzeniu maszyny jeszcze na etapie projektu. Takie przesunięcie punktu pracy transformatorów przekształtnikowych podyktowane jest koniecznością ograniczenia nadmiernych strat powodowanych niezwykle wysoką zawartością wyższych harmonicznnych w prądzie wtórnym maszyny.



rys.3 Schemat przekształtnika złożonego dwunastopulsowego

Od transformatorów przekształtnikowych wymaga się by oprócz dopasowania poziomu napięcia do wymogów odbiornika realizowały również ochronę tyrystorów przekształtnika. Transformatory przekształtnikowe posiadają znaczną indukcyjność rozproszenia, która ogranicza stromość narastania prądu przewodzenia tyrystorów [1,3,4].

### Konstrukcja transformatorów przekształtnikowych

Transformatory przekształtnikowe produkowane są w wykonaniu jednofazowym typu ET1SB oraz trójfazowym typu ET3SB. Moce wytwarzanych maszyn obejmują szeroki przedział od kilkudziesięciu [VA] do kilkuset [kVA]. Przekładnie napięciowe oraz grupy połączeń uzwojeń transformatorów zależą od parametrów układu przekształtnikowego w którym będą pracować. Rdzenie

transformatorów wykonuje się z anizotropowych blach krzemowych o grubości (0,25 – 0,5) mm. Uzwojenia wykonane miedzianym przewodem nawojowym okrągłym lub profilowym, odpowiednio ukształtowane, umieszcza się na kolumnach rdzenia. Po czym uzupełnia się rdzeń o brakujące jarzmo. Transformatory impregnuje się próżniowo, zabezpieczając je w ten sposób przed oddziaływaniami środowiskowymi. Wyposażenie transformatora stanowią ponadto zaciski, końcówki kablowe lub szyny zasilające oraz osprzęt mechaniczny często konieczny do transportu. Gotowe urządzenie bada się na stacji prób elektrycznych w celu ujawnienia wszelkich ewentualnych wad wyrobu, które mogły pozostać niezauważone w procesie produkcji. Proces produkcyjny przebiega w oparciu o procedury systemu zapewnienia jakości zgodnego z normą ISO 9002, co gwarantuje powtarzalność parametrów technicznych oraz najwyższą jakość produkowanych maszyn i urządzeń.

### Literatura

- [1] Plamitzer A.M. *Maszyny elektryczne*. WNT W-wa 1986r.
- [2] Nowak M., Barlik R. *Poradnik inżyniera energoelektronika* WNT W-wa 1998r.
- [3] Barlik R. Nowak M., *Technika tyrystorowa* WNT W-wa 1994r.
- [4] *Dokumentacje techniczne transformatorów typu ET1SB oraz ET3SB-ELHAND TRANSFORMATORY*