

# Autotransformatory

MIROSLAW ŁUKIEWSKI

Autotransformator jest specjalną odmianą transformatora, w której połączono uzwojenia pierwotne i wtórne, rezygnując z galwanicznego rozdzielenia obwodów.

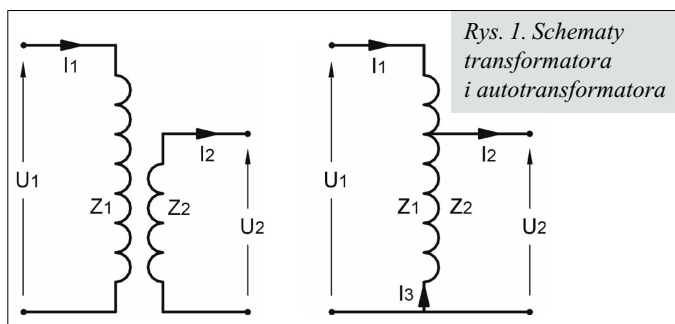
ELHAND TRANSFORMATORY produkuje jedno- i trójfazowe autotransformatory typu EA1, EA3 oraz autotransformatory rozruchowe typu EA3R.

## Autotransformatory – własności i zastosowanie

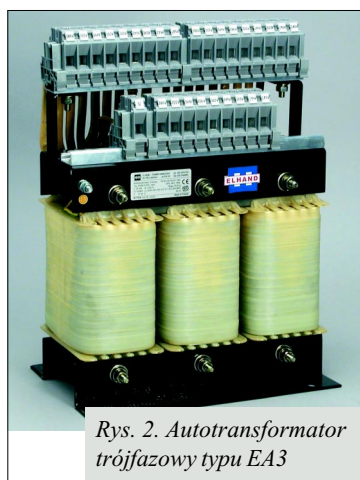
Gdy stronę pierwotną autotransformatora o liczbie zwojów  $Z_1$  zasilimy napięciem  $U_1$ , to po stronie wtórnej o liczbie zwojów  $Z_2$  otrzymamy napięcie  $U_2$  zgodnie z przekładnią:

$$\vartheta = \frac{U_1}{U_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

gdzie:  
 $\vartheta$  – przekładnia autotransformatora;  
 $U_1, U_2$  – napięcia pierwotne i wtórne;  
 $Z_1, Z_2$  – liczby zwojów uzwojeń pierwotnego i wtórnego.



W transformatorze moc przekazywana jest z obwodu pierwotnego do wtórnego za pośrednictwem pola magnetycznego. Przepływowi energii przez autotransformator towarzyszą zjawiska transformacji oraz przewodzenia. Przewodzenie jest wynikiem bezpośredniego połączenia obwodów wtórnego i pierwotnego autotransformatora.



Rys. 2. Autotransformator trójfazowy typu EA3

- moc przewodzenia  $S_{PA}$  autotransformatora przekazywana do obwodu wtórnego poprzez przewodzenie

$$S_{PA} = U_2 \cdot I_1 = S_{PRZECH} \frac{1}{\vartheta}$$

Sumą mocy własnej i przewodzenia jest moc przechodnia, będąca mocą wyjściową autotransformatora

$$S_{PRZECH} = U_1 \cdot I_1 \approx U_2 \cdot I_2$$

O wymiarach autotransformatora decyduje jego moc własna przenoszona na drodze transformacji. Z porównania transformatora i autotransformatora o tych samych mocach przechodnich wynika, iż autotransformator ma mniejszą moc własną, a zatem jest lżejszy:

$$S_{WT} = U_1 \cdot I_1 \approx U_2 \cdot I_2 = S_{PRZECH}$$

$$S_{WA} = (U_1 - U_2) I_1 = S_{PRZECH} \left(1 - \frac{1}{\vartheta}\right)$$

$$\frac{m_A}{m_T} \approx \left(1 - \frac{1}{\vartheta}\right)^3$$

gdzie:  
 $S_{PRZECH}$  – moc przechodnia (wyjściowa) autotransformatora;  
 $S_{WT}$  – moc własna transformatora;  
 $I_1, I_2$  – prąd pierwotny i wtórny autotransformatora;

$m_A, m_T$  – masa odpowiednio autotransformatora i transformatora.

Prąd  $I_3$  w części wspólnej uzwojenia autotransformatora jest mały w porównaniu z prądami  $I_1$  oraz  $I_2$ . Przekrój tej części uzwojenia może więc zostać zmniejszony, co prowadzi do znacznych oszczędności.

Mniejsze ilości żelaza i miedzi, użytych do budowy maszyny, powodują występowanie mniejszych strat oraz wzrost sprawności autotransformatora.

Autotransformatory posiadają dwie podstawowe wady. Pierwsza to galwaniczne połączenie obwodów pierwotnego i wtórnego autotransformatora, które powoduje, iż wszelkie zakłócenia, przepięcia przenoszą się bezpośrednio na drodze przewodzenia do obwodu wtórnego. Niekorzystne jest również niskie napięcie zwarcia autotransformatora w porównaniu z transformatorem:

$$\frac{U_{ZA}}{U_{ZT}} = \left(1 - \frac{1}{\vartheta}\right)$$

gdzie:  $U_{ZA}, U_{ZT}$  – napięcia zwarcia odpowiednio autotransformatora i transformatora.

Obniżenie napięcia zwarcia spowodowane jest znacznie niższą impedancją uzwojeń autotransformatora w porównaniu z transformatorem.

Autotransformatory znajdują zastosowanie m.in. w systemach elektroenergetycznych do połączeń sieci o różnych poziomach napięć, w układach rozruchu dużych silników indukcyjnych klatkowych, w zastosowaniach laboratoryjnych, wszędzie tam, gdzie dopuszcza się brak galwanicznego rozdzielenia obwodów pierwotnego i wtórnego oraz gdzie korzyści płynące z mniejszej masy i strat przewyższają nakłady związane z ograniczeniem prądu zwarcia.

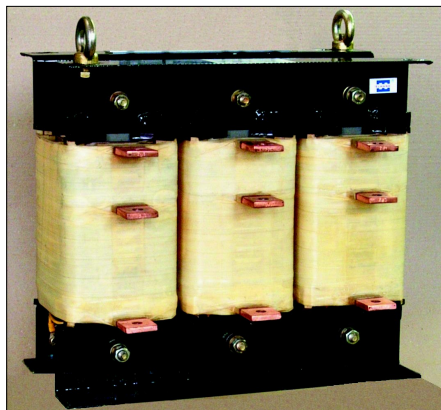
Autotransformatory znajdują zastosowanie m.in. w systemach elektroenergetycznych do połączeń sieci o różnych poziomach napięć, w układach rozruchu dużych silników indukcyjnych klatkowych, w zastosowaniach laboratoryjnych, wszędzie tam, gdzie dopuszcza się brak galwanicznego rozdzielenia obwodów pierwotnego i wtórnego oraz gdzie korzyści płynące z mniejszej masy i strat przewyższają nakłady związane z ograniczeniem prądu zwarcia.

## Rozruch silników indukcyjnych klatkowych poprzez autotransformator rozruchowy typu EA3R

Jednym ze sposobów rozruchu silników asynchronicznych klatkowych jest rozruch przy zasilaniu obniżonym napięciem. Napięcie obniża się celu ograniczenia prądu rozruchowego. Metodę rozruchu za pomocą autotransformatora rozruchowego wykorzystuje się zwłaszcza w napędach dużych mocy, gdzie przełączenie z gwiazdy w trójkąt uzwojeń stojana jest technicznie trudne.

Rozruch autotransformatorowy jest w założeniu podobny do rozruchu z przełącznikiem gwiazda-trójkąt. W przypadku auto-

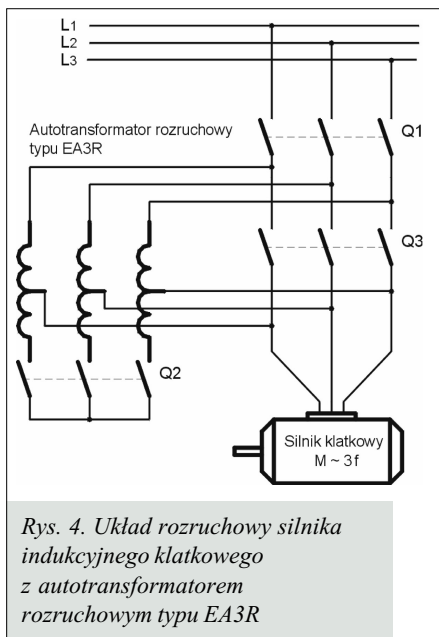




Rys. 3. Trójfazowy autotransformator rozruchowy typu EA3R

transformatora jednak możemy dowolnie obniżyć napięcie na czas rozruchu silnika, tak by prąd pobierany z sieci nie przekroczył wartości zadanej.

W razie konieczności wykonuje się autotransformatory rozruchowe z kilkoma odczepami.



Rys. 4. Układ rozruchowy silnika indukcyjnego klatkowego z autotransformatorem rozruchowym typu EA3R

W czasie rozruchu silnika klatkowego przy zasilaniu z sieci o napięciu  $U$  poprzez autotransformator o przekładni  $\vartheta$  napięcie doprowadzone do uzwojenia stojana  $U_{RS}$  wynosi:

$$U_{RS} = \frac{1}{\vartheta} \cdot U$$

Wówczas prąd płynący w uzwojeniu silnika  $I_{RS}$  równy jest prądowi wtórnemu autotransformatora  $I_2$  i osiąga wartość:

$$I_{RS} = I_2 = \frac{1}{\vartheta} \cdot I_P$$

gdzie:  $U$  – napięcie sieci zasilającej;  $I_P$  – początkowy prąd rozruchu przy zasilaniu silnika pełnym napięciem.

Prąd pierwotny autotransformatora  $I_1$ , czyli prąd pobierany z sieci zasilającej, w czasie rozruchu osiągnie wartość:

$$I_1 = \frac{1}{\vartheta} \cdot I_2 = \frac{1}{\vartheta^2} \cdot I_P$$

Przy doborze przekładni autotransformatora należy zawsze upewnić się, czy moment rozwijany przez silnik przy obniżonym napięciu jest większy od momentu oporu napędzanej maszyny.

Moment początkowy silnika  $M_{PR}$  przy zasilaniu poprzez autotransformator i obniżeniu napięcia do wartości  $U_{RS}$  wynosi:

$$M_{PR} = \frac{1}{\vartheta^2} \cdot M_P$$

gdzie:  $M_P$  – moment początkowy rozwijany przez maszynę przy pełnym napięciu.

Z przedstawionych zależności wynika, iż moment początkowy maszyny maleje w tej samej skali, co prąd pobierany z sieci.

Układ Korndorfera, przedstawiony na rys. 4, jest często stosowanym rozwiązaniem przy rozruchu silników asynchronicznych. Rozruch następuje w dwóch etapach, bez przerw beznapięciowych.

Początkowo rozruch silnika przebiega przy zasilaniu przez autotransformator obniżonym napięciem. Prąd rozruchu ograniczany jest przez odpowiednio dobraną przekładnię autotransformatora.

W drugim etapie po rozłączeniu łącznika  $Q2$  silnik zasilany jest z sieci przez szeregowo włączone indukcyjności części uzwojeń autotransformatora. Uzwojenia te pełnią rolę dławików ograniczających prąd rozruchu.

Po osiągnięciu przez silnik odpowiedniej prędkości obrotowej, przełączając łącznik  $Q3$ , zasilamy silnik pełnym napięciem bezpośrednio z sieci.

#### LITERATURA:

- [1] MIZIA WŁ., *Transformatory*. WPŚI, Gliwice 1996.
- [2] MIZIA WŁ., *Transformatory przykłady obliczeniowe*. WPŚI, Gliwice 1999.
- [3] MIZIA WŁ., *Parametry elektromagnetyczne autotransformatorów energetycznych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Elektryka, nr 138.
- [4] PLAMITZER A. M., *Maszyny elektryczne*. WNT, Warszawa 1986.

■ Kontakt z autorem:  
ELHAND TRANSFORMATORY,  
e-mail: m.lukiewski@elhand.com.pl



ELHAND  
TRANSFORMATORY

**TRANSFORMATORY  
N.N.**

**O MOCY  
OD 0,05 kVA  
DO 630 kVA**

**DŁAWIKI**

**SILNIKOWE  
SIECIOWE  
FILTRACYJNE  
KOMPENSACYJNE  
WYGŁADZAJĄCE  
SPRZĘGAJĄCE  
SPECJALNE**

**ZASILACZE DC**

**TRANSFORMATORY  
Ś.N.**

**SUCHE  
SUCHE ŻYWICZNE  
OLEJOWE**

ELHAND  
TRANSFORMATORY

ul. PCK 22, 42-700 Lubliniec  
Tel.: +48 (34) 3531710, 3513220  
Fax: +48 (34) 3564003  
www.elhand.com.pl  
e-mail: info@elhand.com.pl

