

Parallelbetrieb von Transformatoren

Allgemeines

Transformatoren sind parallel geschaltet, wenn diese sowohl auf der OS- als auch auf der US-Seite mit gleichen Netzsystemen verbunden sind. Man unterscheidet Sammelschienen-Parallelbetrieb und Netz-Parallelbetrieb

Als Sammelschienen-Parallelbetrieb bezeichnet man den Parallellauf zweier oder mehrerer Transformatoren, die örtlich nebeneinander stehen und deren Verbindungen an der OS- und US-Seite gleichartig sind. Dabei müssen die Impedanzen der Verbindungsleitungen im Verhältnis zu denen der Transformatoren vernachlässigbar klein sein.

Beim Netz-Parallelbetrieb sind die Transformatoren über grössere Leitungsimpedanzen, die gegenüber den Transformatorimpedanzen nicht vernachlässigt werden können, parallel geschaltet.

Im Folgenden wird nur der kritischere der beiden Fälle, der Sammelschienen-Parallelbetrieb, behandelt.

Parallelbetrieb-Bedingungen

- Gleiche Nennspannungen OS- und US-seitig (d.h. auch gleiche Stellung des Anzapfschalters) oder die Abweichung des Übersetzungsverhältnisses soll kleiner als 0.5% sein
- Gleiche Schaltgruppen-Kennziffern (Ausnahmen möglich, siehe weiter unten)
- Annähernd gleiche Kurzschlussspannung (Abweichung möglichst kleiner als +/-10%)
- Ähnliche Nennleistungen. Abweichungen nicht grösser als 3:1
- Gleiche Phasenfolge.

Abweichung des Übersetzungsverhältnisses

Weichen die Übersetzungsverhältnisse um mehr als 0.5% ab, ergibt sich bereits im Leerlauf ein Ausgleichsstrom zwischen den beiden Transformatoren, der sich wie folgt abschätzen lässt:

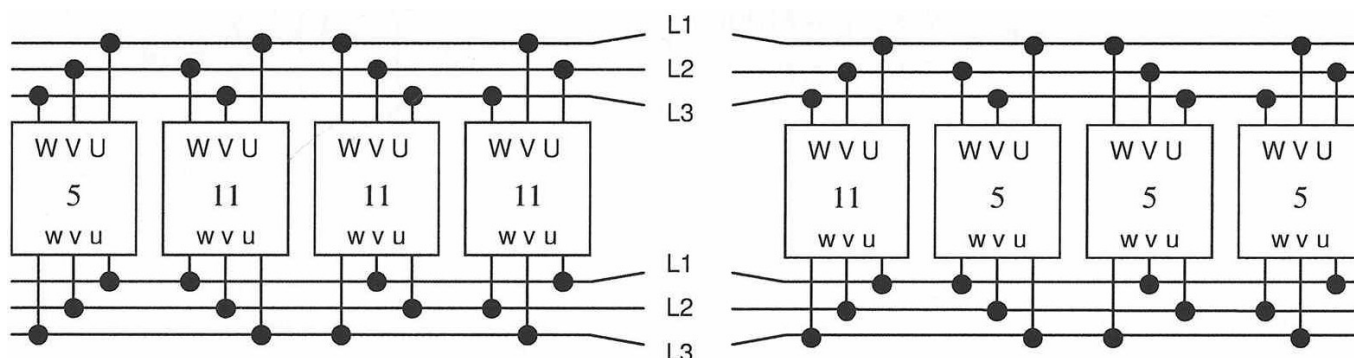
$$\Delta I_1 = \Delta U \frac{100}{u_{k1} + u_{k2} (S_1 / S_2)}$$

ΔI_1 = Ausgleichsstrom in % (Trafo1); ΔU = Spannungsdifferenz in %; u_{k1} , u_{k2} = Kurzschlussspannungen Trafo 1 und 2; S_1 , S_2 = Scheinleistungen Trafo 1 und 2.

Schon bei kleinen Abweichungen der Übersetzungsverhältnisse können die Ausgleichsströme sehr gross werden!

Parallelbetrieb von Transformatoren mit unterschiedlicher Schaltgruppen-Kennziffer

Mögliche Anschlüsse bei Parallelbetrieb von Transformatoren mit Schaltgruppen der Kennziffern 5 und 11 (zB. Dy5, Yd5, Yz5, Dy11, Yd11, Yz11):



Weitere Möglichkeiten zur Parallelschaltung unterschiedlicher Schaltgruppen-Kennziffern auf Anfrage.

Lastaufteilung bei parallel geschalteten Transformatoren

Berechnungsformeln für 2 parallel geschaltete Transformatoren, bei mehr als 2 Transformatoren sind die Formeln entsprechend anzupassen.

Trafo-Gesamtleistung

$$S_{tot} = S_1 + S_2$$

Resultierende Kurzschlussspannung

$$u_k = \frac{S_{tot}}{\frac{S_1}{u_{k1}} + \frac{S_2}{u_{k2}}}$$

Übernommene Last pro Transformator

$$S_1' = S_1 \frac{u_k}{u_{k1}}; S_2' = S_2 \frac{u_k}{u_{k2}}$$

Weichen die Kurzschlussspannungen und/oder die Leistungsgrößen stark voneinander ab, weichen auch die übernommenen Lasten der parallelgeschalteten Transformatoren voneinander ab.

Grundsätzlich werden Trafos mit kleinerer Kurzschlussspannung überlastet. Es ist also darauf zu achten, dass kein Transformator überlastet wird.

Wenn also Transformator 2 überlastet ist, darf der nicht überlastete Transformator 1 nur eine solche Teillast aufnehmen, dass seine Kurzschlussspannung derjenigen des überlasteten Transformators 2 entspricht.

Also

$$S_1' = S_1 \frac{u_{k2}}{u_{k1}}; S_2' = S_2 \frac{u_{k2}}{u_{k2}}$$

S_{tot} wird dann kleiner als die Gesamt-Nennleistung beider Transformatoren.

Fehlerbestimmung bei vertauschten OS-Anschlüssen

Sind die Anschlüsse auf der OS-Seite irrtümlich vertauscht worden, kann mit Hilfe von Spannungsmessungen auf der US-Seite die korrekte Phasenlage ermittelt werden.

Vorhandene Transformatoren	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
Gemessene Spannungen zwischen US-Anschlüssen:						
2U und u	0	230	230	460	400	400
2U und v	400	230	460	230	0	400
2U und w	400	460	230	230	400	0
2V und u	400	230	460	230	400	0
2V und v	0	460	230	230	400	400
2V und w	400	230	230	460	0	400
2W und u	400	460	230	230	0	400
2W und v	400	230	230	460	400	0
2W und w	0	230	460	230	400	400

Richtiger Anschluss: Differenzspannungen wie Fall 1.

Je nach Ergebnis der Messwerte kann der entsprechende Fall (Fall 2 bis 6) der irrtümlichen Schaltung festgestellt werden. Anschliessend sind die OS-Anschlüsse richtig zu stellen, so dass Parallelbetrieb möglich wird.