

Parallelschaltung

Um Transformatoren parallel zu schalten, sollen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Gleiche Schaltgruppen / Gleiche Schaltgruppen-Kennzahlen.
- Gleiche Übersetzung.
- Kurzschlussspannungen, die sich nicht mehr als 10% vom Mittelwert der parallel zu schaltenden Transformatoren unterscheiden.

Lastaufteilung im Parallelbetrieb

Sind o.g. Bedingungen erfüllt, teilen sich die Leistungen wie folgt auf:

$$S_1 = \frac{S_{r1}}{S_{r1} + S_{r2}} * S_{ges}$$
$$S_2 = \frac{S_{r2}}{S_{r1} + S_{r2}} * S_{ges}$$

F 1: S_{r1} Bemessungsleistung Trafo 1; S_{r2} Bemessungsleistung Trafo 2; S_1 Last von Trafo 1; S_2 Last von Trafo 2; S_{ges} gesamte Last.

Unterschiedliche Kurzschlussspannungen

Parallel geschaltete Transformatoren nehmen eine solche Teillast auf, dass alle Transformatoren die gleiche Kurzschlussspannung haben. Die Bemessungs-Kurzschlussspannung bezieht sich auf die Bemessungslast, bei Teillast ändert sich die Kurzschlussspannung entsprechend dem Verhältnis Teillast zu Bemessungslast.

Beispiel

Transformator 1

$$S_{r1} = 400\text{kVA}$$

$$u_{z1} = 4\%$$

Transformator 2

$$S_{r2} = 1000\text{kVA}$$

$$u_{z2} = 6\%$$

Transformator 3

$$S_{r3} = 500\text{kVA}$$

$$u_{z3} = 4,5\%$$

$$\text{Gesamtleistung} = 1900 \text{ kVA}$$

Allgemein gilt:

$$\frac{S}{u_z} = \frac{S_{r1}}{u_{z1}} + \frac{S_{r2}}{u_{z2}} + \frac{S_{r3}}{u_{z3}} \dots$$

Die resultierende Kurzschlussspannung ist dann:

$$u_z = \frac{S}{\frac{S_{r1}}{u_{z1}} + \frac{S_{r2}}{u_{z2}} + \frac{S_{r3}}{u_{z3}}} = \frac{1900}{\frac{400}{4} + \frac{1000}{6} + \frac{500}{4,5}} = 5,03\%$$

Die Lastverteilung:

$$S_1 = S_{r1} * \frac{u_z}{u_{z1}} = 400 * \frac{5,03}{4} = 503kVA$$

$$S_2 = S_{r2} * \frac{u_z}{u_{z2}} = 1000 * \frac{5,03}{6} = 838,3kVA$$

$$S_3 = S_{r3} * \frac{u_z}{u_{z3}} = 500 * \frac{5,03}{4,5} = 558,89kVA$$

Transformator 1 ist also um 26% und Transformator 3 um 12% überlastet. Um jegliche Überlastung zu vermeiden, dürfen die Transformatoren nur so weit belastet werden, dass ihre gemeinsame Kurzschlussspannung $u_z = 4\%$ nicht übersteigt. D.h.

$$S_1 = 400 * \frac{4}{4} = 400kVA$$

$$S_2 = 1000 * \frac{4}{6} = 666,67kVA$$

$$S_3 = 500 * \frac{4}{4,5} = 444,44kVA$$

Unterschiedliche Schaltgruppen-Kennzahlen

Transformatoren mit der Schaltgruppen-Kennzahl 11 können mit solchen der Kennzahl 5 parallel betrieben werden, wenn sie wie folgt angeschlossen werden:

Schaltgruppen-Kennzahl	Primärspannung			Sekundärspannung		
	1U	1V	1W	2u	2v	2w
5	1U	1V	1W	2u	2v	2w
11	1U	1V	1W	2u	2v	2w
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	1U	1V	1W	2u	2v	2w
11	1U	1W	1V	2w	2v	2u
oder	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	1U	1V	1W	2u	2v	2w
11	1W	1V	1U	2v	2u	2w
oder	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	1U	1V	1W	2u	2v	2w
11	1V	1U	1W	2u	2w	2v

Transformatoren mit der Schaltgruppen-Kennzahl 6 können mit solchen der Kennzahl 0 parallelgeschaltet werden, wenn man bei Letzteren beim Anschluss die Anfänge und Enden der Unterspannungswicklung vertauscht.