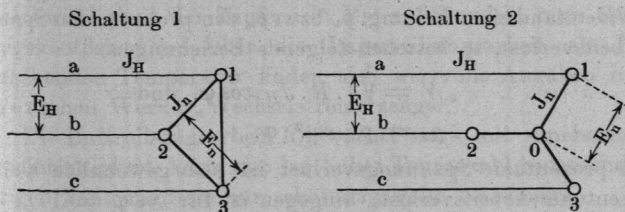


Hinsichtlich der anderen wertvollen technischen Vergleiche über Mehrphasenmaschinen verweise ich auf das Kappsche und Niethammersche Werk<sup>1)</sup>, da weitere Erläuterungen über diesen Punkt nicht in den Rahmen dieses Buches gehören.

## 2. Das Drehstromsystem (Dreiecksschaltung, Sternschaltung).

Im folgenden gebe ich noch einige Eigenschaften und Schaltungsarten des Drehstromsystems, da deren Kenntnis für die späterhin gegebenen Untersuchungen erforderlich ist. Bei der Stromentnahme in einem Drehstromsysteme sind drei Arbeitsleitungen vorhanden. Diese können in Dreiecksschaltung (Fig. 111, Schaltung 1) oder in Sternschaltung (s. Fig. 111, Schaltung 2) auf die Nutzwiderstände arbeiten.

Fig. 111.



Bezeichnet  $E_H$  die Spannung zwischen je zwei Leitungen ( $a, b, c$ ), so ist die Spannung für Schaltung 1 an den Enden 1, 2, 3 gleich der Spannung zwischen den Hauptleitungen  $a, b, c$ :

(1) . . . . .  $E_H = E_n$ .

Der Strom in der Nutzleistung  $J_n$  ist aber kleiner als der Strom in der Hauptleitung  $J_H$  und zwar ist

(2) . . . . .  $J_H = 2 \cdot \cos 30^\circ \cdot J_n = \sqrt{3} \cdot J_n = 1,732 \cdot J_n$ .

Für Schaltung 2 wird

(3) . . . . .  $J_H = J_n$ ,

während die Spannung  $E_n$  von 1 nach 0, 2 nach 0, 3 nach 0 kleiner ist als die Spannung  $E_H$  zwischen  $a, b, c$ , und zwar besteht die Beziehung

(4) . . . . .  $E_H = 2 \cdot \cos 30^\circ \cdot E_n = \sqrt{3} \cdot E_n = 1,732 E_n$ .

Die Energieleistung des Drehstromsystemes ist bei gleichbelasteten Zweigen in Watt:

(5a)  $W_\Delta = 3 \cdot J_n \cdot E_H \cdot \cos \varphi = 3 \cdot J_n \cdot E_n \cdot \cos \varphi$  (für Schaltung 1),

(5b)  $W_\lambda = 3 \cdot J_H \cdot E_n \cdot \cos \varphi = 3 \cdot J_n \cdot E_n \cdot \cos \varphi$  (für Schaltung 2),

wobei  $\cos \varphi$  den sogenannten Leistungsfaktor,  $\varphi$  die Phasenverschiebung zwischen Nutzstrom  $J_n$  und Nutzspannung  $E_n$  bedeutet; unter Be-

<sup>1)</sup> Gisbert Kapp, Elektrische Kraftübertragung. Niethammer, Wechselstromerzeuger.

rücksichtigung der Beziehungen zwischen  $J_H$  und  $J_n$  bzw.  $E_H$  und  $E_n$  erhält man:

$$(6) \dots \dots W_{(\Delta \text{ oder } \lambda)} = 1,732 \cdot J_H \cdot E_H \cdot \cos \varphi.$$

Der Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  schwankt, je nachdem Licht- oder Motorenbetrieb vorherrschend ist, zwischen 1 und 0,70.

Es empfiehlt sich, um Mißverständnissen vorzubeugen, beim Mehrphasensystem allgemein mit „Spannung“ die oben definierte verkettete Spannung  $E_H$  (zwischen den Außenleitern), mit „Sternspannung“ dagegen die Spannung zwischen Außenleiter und Nullpunkt (Verkettungspunkt) zu bezeichnen. Diese Bezeichnungen seien auch in nachstehenden Ausführungen eingehalten, sofern nicht aus besonderen Gründen ausdrücklich andere Benennungen gebraucht werden.

Bezeichnet  $V$  den Spannungsverlust zwischen zwei Hauptleitungen,  $R$  den Widerstand einer Leitung,  $p_v$  bzw.  $p_a$  den prozentualen Spannungs- bzw. Arbeitsverlust, so bestehen folgende Beziehungen:

$$(7) \dots \dots V = \sqrt{3} \cdot R \cdot J_H \cdot \cos \varphi, \text{ und}$$

$$(8) \dots \dots p_v = p_a \cdot \cos^2 \varphi.$$

Der prozentuale Spannungsverlust ist also gewöhnlich kleiner als der prozentuale Arbeitsverlust; hingegen ist für  $\cos \varphi = 1$

$$p_v = p_a.$$

Für  $\cos \varphi = 0,7$  wird der Spannungsverlust

$$p_v = 0,49 \cdot p_a,$$

also etwa die Hälfte des Arbeitsverlustes.

### 3. Effektverluste und Wirkungsgrad eines Mehrphasengenerators.

Die in den einzelnen Teilen des Generators auftretenden Effektverluste sind bedingt durch:

1. Die erzeugte Erregerenergie; dieselbe ist gleich  $i_e^2 \cdot w_e$  ( $i_e$  = Erregerstrom,  $w_e$  = Widerstand der Erregerwicklung).

2. Den Verlust  $E_e$  in der Erregermaschine und den Widerstandsregulatoren.

3. Die Übergangs- und Leitungsverluste an den Schleifringen des rotierenden Ankers  $E_{\ddot{u}}$ .

4. Den Ohmschen Verlust  $p \cdot J^2 \cdot w_a$  im Anker ( $J$  = effektiver Ankerstrom pro Phase,  $w_a$  = Ankerwiderstand pro Phase,  $p$  = Phasenzahl).

5. Wirbelstromverluste  $E_w$  in den Ankerleitern. (Durch Unterteilung der Ankerleiter wird diese Größe reduziert.)

6. Hysteresis und Wirbelstromverluste<sup>1)</sup>  $E_{H+W}$  im Eisen. Die Steinmetz'schen Formeln haben hier keine genaue Gültigkeit. Der

<sup>1)</sup> Siehe Fußnote S. 315.