

Der Nebenschlußgenerator

1. Einführung

Beim Elektromotor wird die elektromagnetische Induktion dazu verwendet, elektrische Energie in mechanische umzusetzen. Der Generator erzeugt in Umkehrung dieses Vorganges aus mechanischer Arbeit elektrische Energie.

Zur Verwirklichung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Rotiert ein Drahring oder eine Vollscheibe in einem konstanten Magnetfeld, so entsteht zwischen ihrer Achse und ihrem Rand eine Induktionsspannung, die über Schleifkontakte (Bürsten) abgeleitet werden kann. Ist die Rotationsgeschwindigkeit konstant, kann man diesem Unipolargenerator eine konstante Gleichspannung entnehmen. Er wird vor allem zur Erzeugung großer Stromstärken (bis 10^5 A) bei kleinen Spannungen (10V) verwendet.

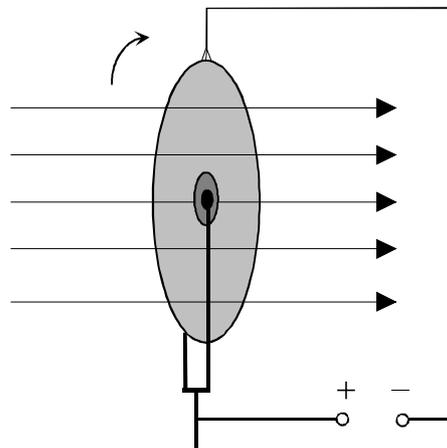


Abb.1: Der Unipolargenerator

Geläufiger ist die Stromerzeugung durch Rotation einer Leiterschleife im Magnetfeld. Da es hierbei nur auf die Relativbewegung zwischen Feld und Leiter ankommt, kann auch das Feld rotieren und der Leiter in Ruhe bleiben. Hierbei entsteht die Induktionsspannung durch die ständige zeitliche Änderung des von der Leiterschleife umfaßten magnetischen Flusses. Es ergibt sich eine sich zeitlich sinusförmig ändernde Spannung (Abb.3a) an den Enden der Leiterschleife. Zur Erzeugung einer pulsierenden Gleichspannung (Abb.3b) verwendet man den Kommutator, einen aus zwei gegeneinander isolierten Halbschalen bestehenden Schleifring.

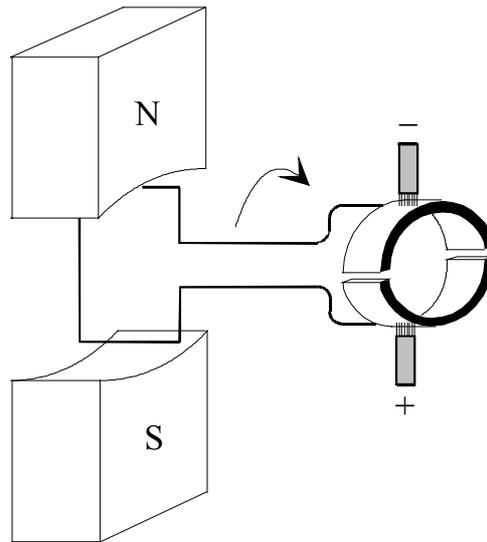


Abb.2: Gleichstromerzeugung durch Kommutierung

Analog zum Elektromotor wird auch hier eine Glättung durch Verwendung einer zweiten Leiterschleife erreicht (Abb.3c). In der Praxis verwendet man den Trommelanker.

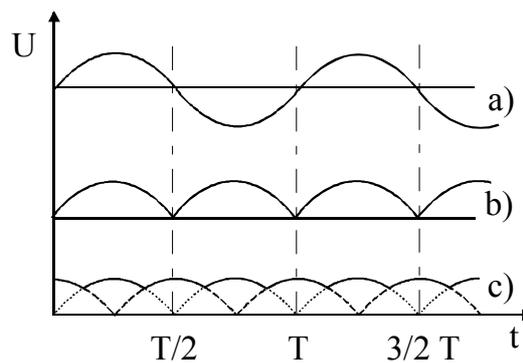


Abb.3: Spannungsverlauf beim Generator

Auch beim Generator unterscheidet man Haupt- und Nebenschlußgeneratoren. Wegen der starken Abhängigkeit der Klemmenspannung von der Belastung sind Hauptschlußgeneratoren als Stromerzeuger weniger geeignet. Bei konstanter Drehzahl ergibt sich die im Anker erzeugte Urspannung U_E zu

$$U_E = U_K + I(R_A + R_F)$$

wobei R_A den Widerstand der Ankerwicklung, R_F den Widerstand der Feldwicklung und U_K die Klemmenspannung des Verbrauchers ist. Der Spannungsabfall am Generator ist somit

$$U_G = I(R_A + R_F).$$

Er wächst mit steigender Stromentnahme, da der Belastungsstrom die Feldspule durchfließt und so den magnetischen Fluß in dieser erhöht. Erst bei Sättigung des Eisenkernes sinkt der Strom bei weiter steigender Belastung aufgrund der Rückwirkung des Ankerfeldes wieder ab.

Beim Nebenschlußgenerator ändert sich die Klemmenspannung bei Belastung wesentlich weniger. Im Leerlauf ist der Strom, der durch die Erregerfeldwicklung fließt, gleich dem Ankerstrom. Mit zunehmendem Laststrom I_L steigt der Ankerstrom I_A wegen:

$$I_A = I_L + I_F.$$

Somit wächst auch der Spannungsabfall $I_A R_A$ im Anker, und für die Klemmenspannung gilt:

$$U_K = U_E - I_A R_A.$$

Die Klemmenspannung sinkt. Steigt der Laststrom weiter, sinkt die Urspannung soweit, daß ein maximaler Generatorstrom nicht überschritten werden kann. Bei weiterer Verringerung des Lastwiderstandes sinkt auch der Ankerstrom.

Untersucht werden sollen der selbsterregte und der fremderregte Nebenschlußgenerator.

2. Aufgaben:

a) Fremderregung

- 1.) Aufnahme der Leerlaufspannung in Abhängigkeit vom Erregerstrom
- 2.) Aufnahme der Belastungskennlinie

b) Selbsterregung

- 1.) Aufnahme der Leerlaufkennlinie
- 2.) Aufnahme der Belastungskennlinie

c) Erklärung der Kennlinien

3. Durchführung

Vor Beginn der Messungen ist der Motor ca. 5 Minuten laufen zu lassen, bis sich die Drehzahl stabilisiert hat.

zu a1)

Die Schaltung wird gemäß Abb. 4 aufgebaut. Die Drehzahl soll auf 3000 U/Min. gehalten werden. Die Leerlaufspannung wird in Abhängigkeit vom Erregerstrom direkt auf Millimeterpapier aufgetragen. Der Meßbereich soll den maximal möglichen Bereich umfassen.

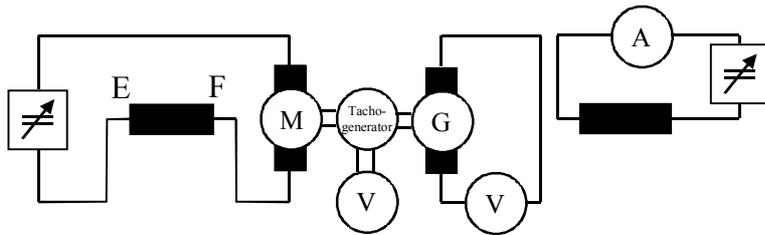


Abb. 4: Der fremderregte Nebenschlußgenerator ohne Belastung

zu a2)

Die Schaltung wird wie in Abb. 5 erweitert und die Lastkennlinie U/I aufgenommen. Sie soll im gesamten Bereich, in dem die Drehzahl auf 1000U/Min. konstant gehalten werden kann, aufgenommen und sofort graphisch auf Millimeterpapier festgehalten werden. Es ist darauf zu achten, daß die beiden parallel geschalteten Lastwiderstände 10 Ohm betragen und der dazu in Reihe geschaltete 100 Ohm beträgt. **Die jeweils maximal zulässige Stromstärke darf nicht überschritten werden.**

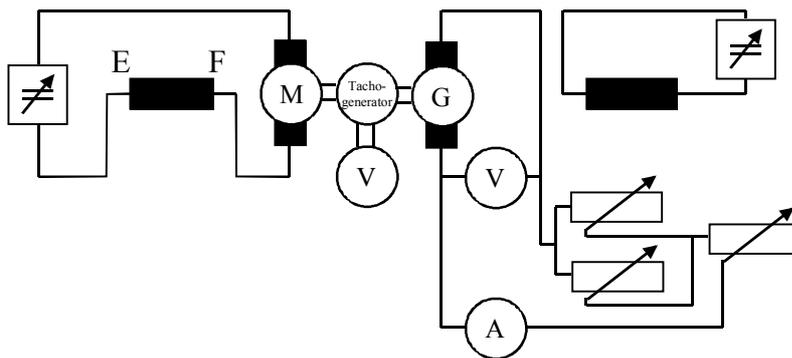


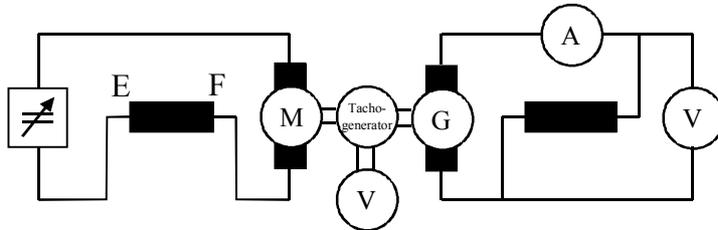
Abb. 5: Der fremderregte Nebenschlußgenerator mit Belastung

zu b1)

Es soll die Leerlaufkennlinie U/n (n =Drehzahl) aufgenommen werden. Hierbei ist folgendermaßen vorzugehen:

1. Aufbau der Schaltung nach Abb. 6, wobei unbedingt auf richtige Polung zu achten ist.
2. Durch Auftrennung der Verbindung zwischen Generator und Amperemeter ist der Generator stillzulegen.
3. Nun wird der Motor mit einer Drehzahl von ca. 3500 U/Min. solange betrieben, bis die Drehzahl sich stabilisiert hat.
4. Die Verbindung zwischen Generator und Amperemeter wird wieder hergestellt.

5. Die Drehzahl wird soweit erhöht, bis der Generator zu arbeiten beginnt. Dies ist am deutlichen Rückgang der Drehzahl zu erkennen.
6. Aufnahme der Kennlinien auf Millimeterpapier beginnend bei 3200 U/Min., abnehmend in Schritten von 100 U/Min.. Die Aufnahme der Kennlinie ist nicht ganz einfach. Nach jeder Einregelung muß etwas gewartet werden, bis das Feld wieder konstant ist. In dem Bereich, in dem die Werte dann ziemlich konstant werden, darf der Abstand der Meßpunkte vergrößert werden.



A.. 6: Der selbsterregte Nebenschlußgenerator

zu b2:

Es soll die Lastkennlinie U/I aufgenommen werden. Hierbei ist folgendermaßen vorzugehen:

1. Erweiterung der Schaltung nach Abb. 7. Es ist darauf zu achten, daß die beiden parallel geschalteten Lastwiderstände 10 Ohm betragen und der dazu in Reihe geschaltete 100 Ohm beträgt. **Die jeweils maximal zulässige Stromstärke darf nicht überschritten werden.**
2. Die Drehzahl wird bei maximaler Last soweit erhöht, bis der Generator zu arbeiten beginnt. Dies ist am deutlichen Rückgang der Drehzahl zu erkennen.
3. Aufnahme der Kennlinien auf Millimeterpapier, wobei die Last langsam verringert wird (**Zuerst muß der 100-Ohm-Widerstand zurückgenommen werden.**). Man durchfahre zuerst probeweise die Lastkurve, um sich mit dem Kurvenverlauf und den Problemstellen vertraut zu machen und wähle die Meßpunkte geeignet.

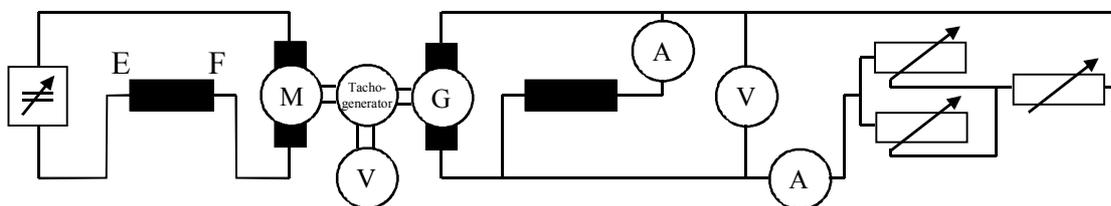


Abb. 7: Schaltung zur Aufnahme der Lastkennlinie bei Selbsterregung