

Ein Generator ist das Gegenstück zum Motor. Mit ihm ist es möglich mech. Energie in elektrische umzuwandeln. Beim Generator dreht sich in einem Magnetfeld eine Leiterschleife (Spule), wodurch ein Strom in die Spule induziert wird. Man bekommt nun eine Wechselspannung, will man jedoch eine Gleichspannung, so muß man, wie beim Motor, die Spule in Abhängigkeit vom Drehwinkel die Spule umpolen. Mit einer Einzig Spule bekäme man allerdings nur eine Stark pulsierende Gleichspannung, was in der Regel unerwünscht ist. Deshalb verwendet man einen Anker, auf dem mehrere Spulen angeordnet und entsprechend verschaltet sind. Der Aufbau des Generators entspricht also dem des Motors. Genauso wie beim Motor, unterscheidet man auch beim Generator zwischen Reihen- und Nebenschlußgenerator.

Beim Reihenschlußgenerator ist der Anker, die Feldwicklung und die Last in Reihe geschaltet. Weil der Laststrom auch durch die Feldspule fließt, steigt bei zunehmender Stromentnahme auch der Spannungsabfall am Generator. Irgendwann ist aber die Sättigung des Eisenkerns erreicht, weshalb der Strom bei weiter steigender Belastung aufgrund der Rückwirkung auf das Ankerfeld wieder Absinkt. Der Reihenschlußgenerator ist als Stromerzeuger wegen der starken Abhängigkeit der Klemmenspannung von der Belastung kaum geeignet.

Beim Nebenschlußgenerator ändert sich die Klemmenspannung nicht so stark mit der Belastung.

Man unterscheidet zwischen Fremd- und Selbsterregtem Generator. Beim fremderregten Generator wird der Strom für das Magnetfeld einer externen Stromquelle entnommen, während beim selbsterregten Generator diesen Strom selbst erzeugen muß. Beim fremderregten Generator wird die Klemmenspannung durch Veränderung des Erregerstroms konstantgehalten. Bei größerer Last wird dann die Erregerspannung erhöht.

Beim selbsterregten Generator ist das Erregerfeld von der Belastung abhängig, da es aus dem Ankerstrom und dessen Spannung gespeist wird. Für den Anker- und Feldstrom gilt dabei folgende Beziehung:

$$I_A = I_L + I_F$$

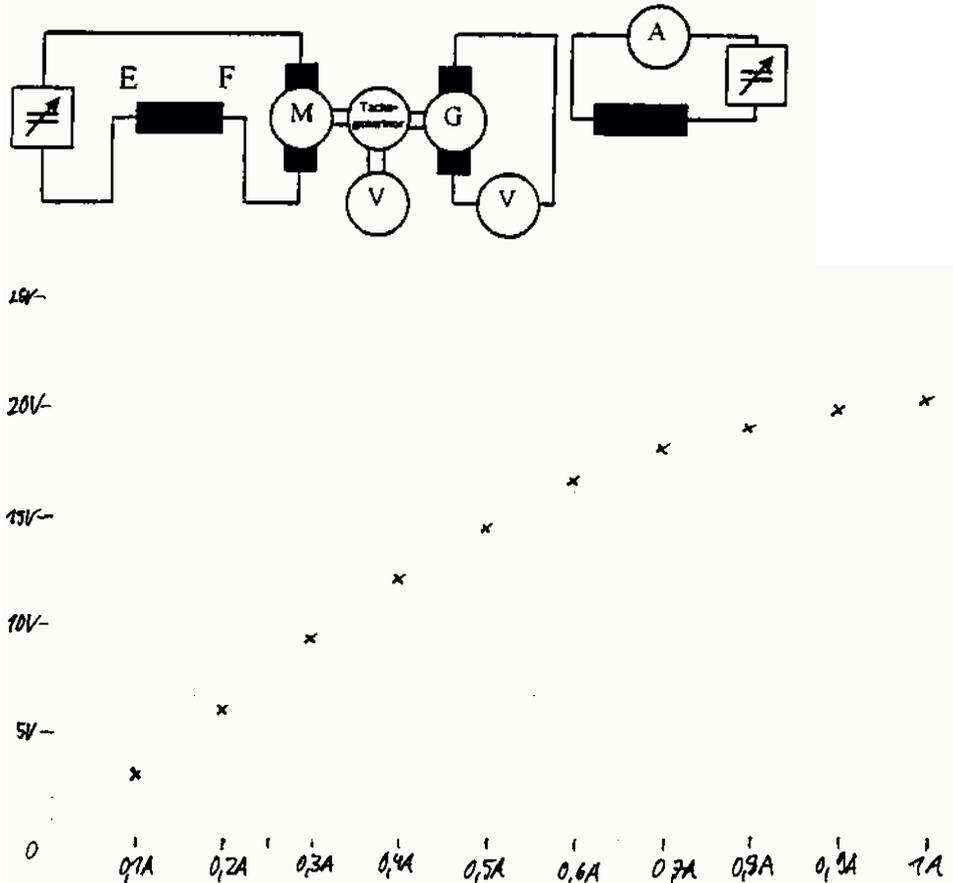
Im Leerlauf ist der Ankerstrom gleich dem Feldstrom. Mit zunehmender Belastung steigt auch der Ankerstrom. Dies führt dazu, daß der Spannungsabfall am Anker aufgrund des Ankerwiderstands (Innenwiderstand) steigt. Die Folge davon ist die Klemmenspannung sinkt, wodurch sich auch die Erregerspannung vermindert. Es besteht also eine Rückkopplung.

Im Versuch wurden die folgenden Geräte verwendet.

- 2x Analogmultimeter MA1H
- 3x Digitalmultimeter M-3610D
- 2x Netzteil 0-30V / 0-5A
- 2x Schiebewiderstand 10 Ohm
- 1x Schiebewiderstand 100 Ohm
- 1x Motor-Generator-Aufbau:
 - 2x Reihenschlußmotor
 - 1x Tachogenerator
 - 1x Wirbelstrombremse

1. Aufnahme der Leerlaufspannung in Abhängigkeit vom Erregerstrom

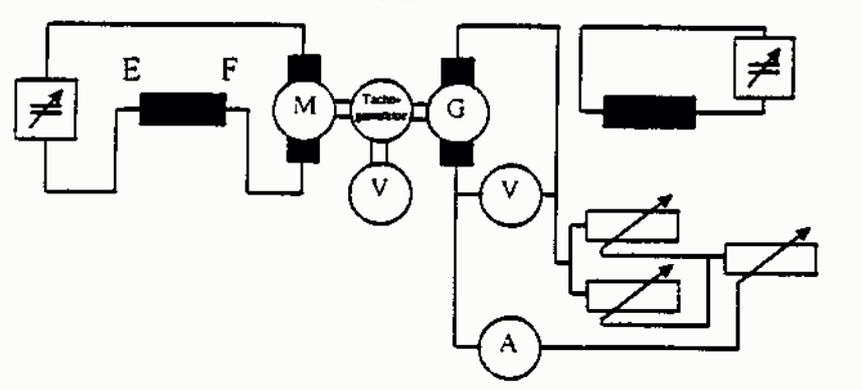
Hierzu bauen wir die Schaltung gemäß Plan auf und lassen den Motor ca. 5 Minuten warmlaufen bis die Drehzahl sich stabilisiert hat. Nun stellen wir die Drehzahl auf 3000U/min welche während des gesamten Versuchs konstant gehalten wird.



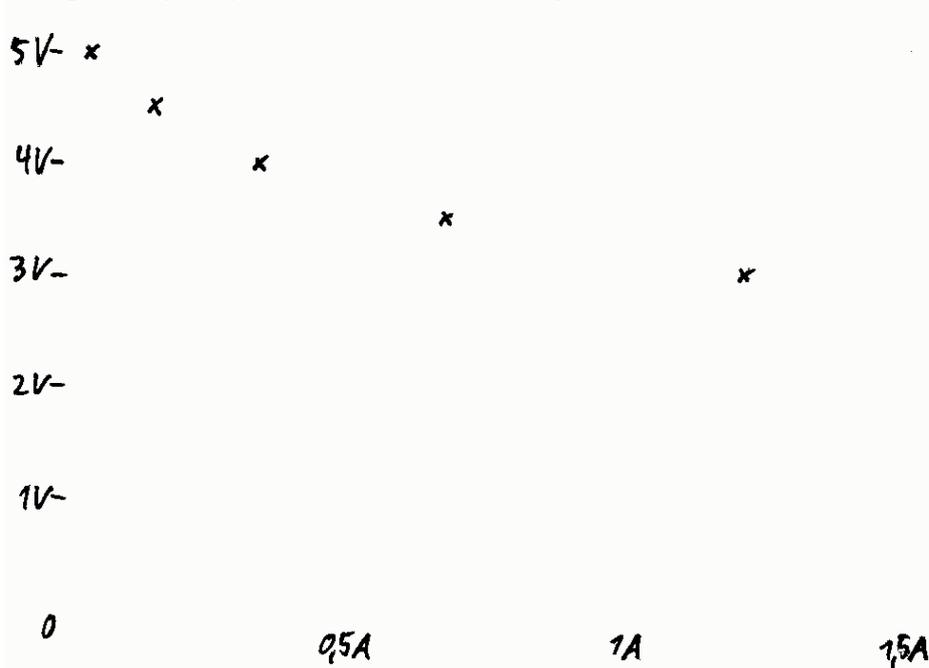
Wie man aus dem Verlauf erkennen kann, nimmt am Ende die Spannung kaum noch zu. Dies liegt daran, daß das Eisen der Erregerspule in die Sättigung übergeht und deshalb das Magnetfeld kaum noch stärker wird bei steigendem Strom.

2. Aufnahme der Belastungskennlinie bei Fremderregung

Hierzu bauen wir die Schaltung gemäß Plan um.



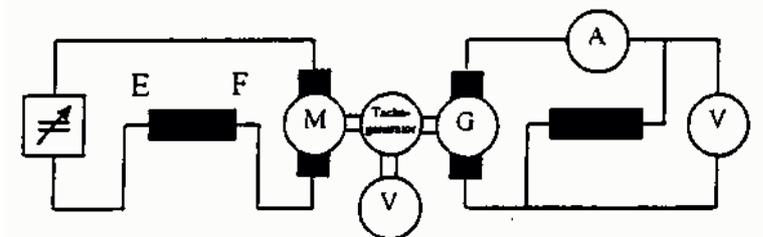
Die beiden parallelgeschalteten Widerstände haben jeweils 10 Ohm, der andere 100 Ohm. Die Drehzahl wird während des gesamten Versuchs auf 1000 U/min gehalten und der Strom und die Spannung aufgenommen, wobei wir folgende Kurve erhielten:



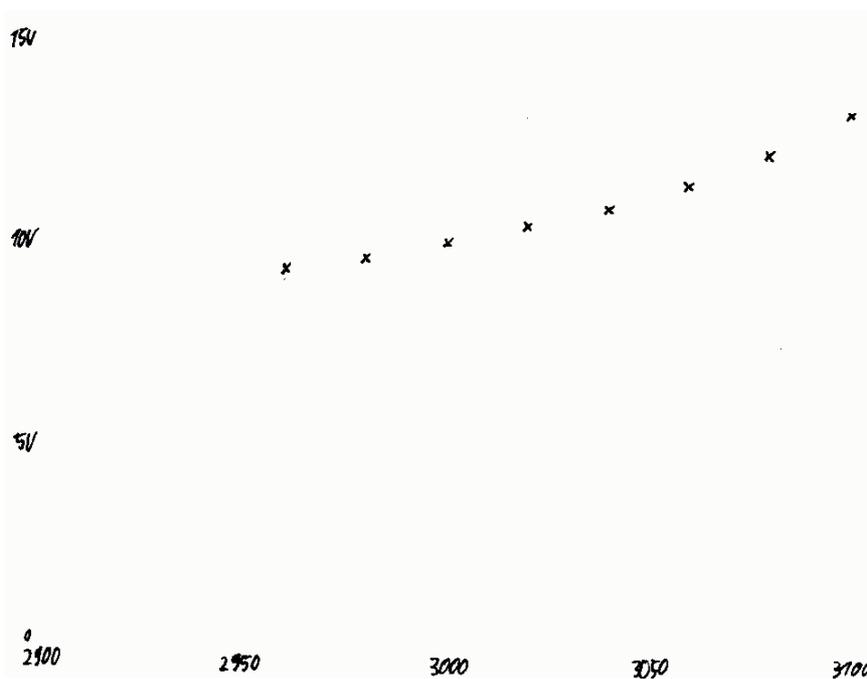
Mit steigender Belastung nimmt die Klemmenspannung immer weiter ab.

3. Aufnahme der Leerlaufkennlinie bei Selbsterregung

Hierbei soll die Leerlaufspannung in Abhängigkeit von der Drehzahl aufgenommen werden. Dazu bauen wir die Schaltung nach gegebenen Schaltbild auf.



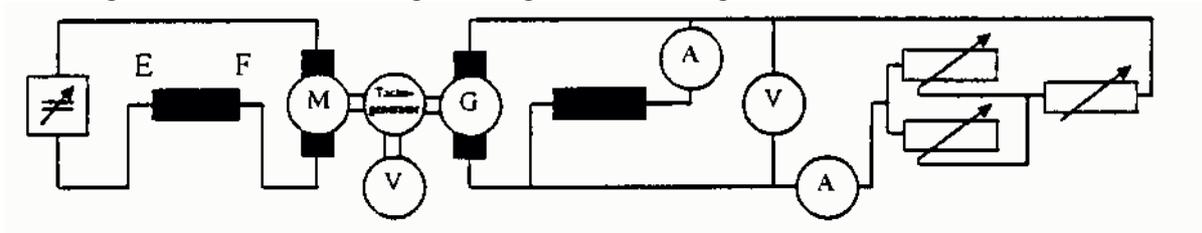
Nun wird die Drehzahl erhöht und der Generator sollte irgendwann anfangen zu arbeiten, was er aber nicht tut. Deshalb werden die Kohlebürsten bei hohen Drehzahlen angedrückt, worauf der Generator anfängt zu arbeiten. Dies wird von einem deutlichem Rückgang der Drehzahl begleitet. Nun stellen wir eine Drehzahl von 3200 U/min ein. Anschließend wird die Drehzahl langsam verringert und die Leerlaufspannung aufgenommen. Dies mußten wir mehrmals wiederholen, da bei Einstellen der Drehzahl gelegentlich die Drehzahl von ca. 2950 U/min unterschritten wurde und der Generator daraufhin seine Arbeit einstellte. Dabei stellten wir auch fest, daß die Spannungswerte teilweise voneinander abwichen, was wahrscheinlich daran liegt, daß es sehr lange dauert bis das ganze stabilisiert hat. Wir bekamen letztendlich folgenden Kurvenverlauf:



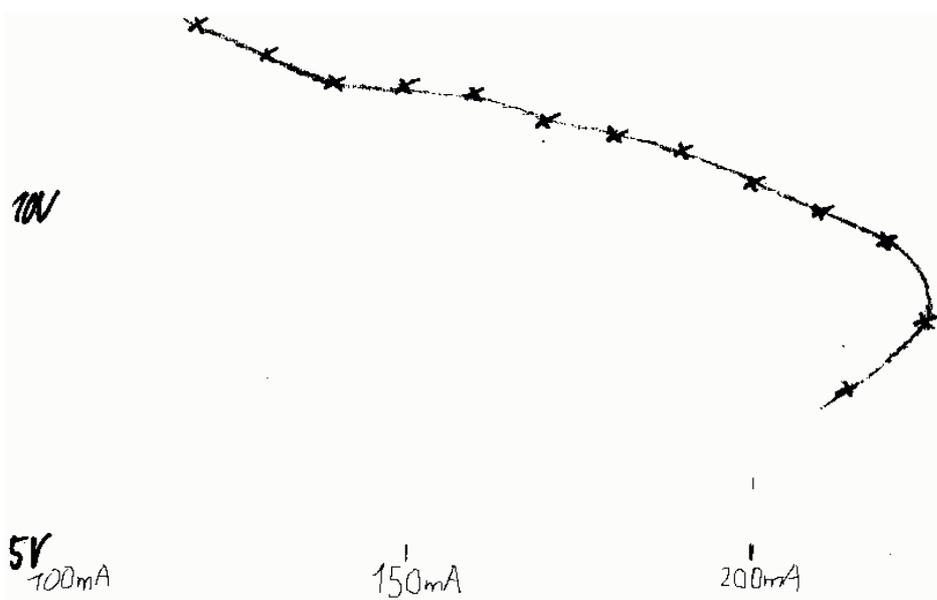
Bei ca. 2950 U/min brach die Spannung des Generators zusammen. Dies kommt daher, dass der Generator hier nicht mehr genügend Strom erzeugt, um das Erregerfeld zu versorgen. Die erzeugte Spannung wird bei dieser Drehzahl so gering, daß das Erregerfeld zunächst geringer wird, dies verursacht einen weiteren Spannungseinbruch, was wiederum eine Verringerung der Spannung bewirkt usw. Die Generatorspannung sinkt auf Null.

4. Aufnahme der Belastungskennlinie bei Selbsterregung

Dazu ergänzen wir die Schaltung wie folgt mit Belastungswiderständen.



Auch hier wird der Generator wieder in Gang gesetzt und die Belastung mit den Widerständen eingestellt, wobei die Strom durch die Last, sowie die Spannung an der Last, d.h. die Klemmenspannung aufgenommen wird. Dabei erhielten wir die folgende Kurve.



Wie man sehen kann, nimmt zunächst mit steigender Belastung der Strom weiter zu und die Spannung ab. Ab einem bestimmten Punkt, dem Kippunkt, nimmt der Strom mit der Spannung jedoch wieder ab. Dies kommt daher, daß ab diesem Punkt der Strom durch die Erregerwicklung zu gering wird, das Magnetfeld abnimmt und dadurch auch die in den Anker induzierte Spannung. Dies führt letztendlich dazu, daß der Strom durch die Last wieder abnimmt.

Fehlerbetrachtung

Strommessung mit Analogmultimeter MA1H im 5A-Bereich

- relativer Fehler 3%
- absoluter Fehler $5A \cdot 0,03 = 0,15A$

Spannungsmessung mit M3610D

- relativer Fehler 0,3%
- absoluter Fehler im 20V-Bereich 0,06V
- absoluter Fehler im 200V- Bereich 0,6V

Drehzahlmessung

1000 UpM = 10V am Tachogenerator. Da die Spannung am Tacho mit dem M3610D gemessen wurde (200V-Bereich) wird die Spannung mit einem Fehler von 0,6V bestimmt, was einem Fehler von 60 UpM entspricht. Hinzu kommt der unbekannte Fehler des Tachogenerators selbst.

Die Genauigkeit der Meßgeräte spielt in diesem Versuch eine eher untergeordnete Rolle, da es hauptsächlich um den Prinzipiellen Verlauf der Kennlinien ging. Die Werte unterliegen außerdem Schwankungen, die durch die Mechanik und durch die Erwärmung des Aufbaus bedingt sind. Bei der Aufnahme der 3. Kennlinie beispielsweise brauchten wir, wie schon erwähnt, mehrere Versuche, wobei Abweichungen von bis zu 1V auftraten. Diese Abweichungen sind jedoch größer als die Fehler der Meßgeräte.