Grundlagen Lima und Regler

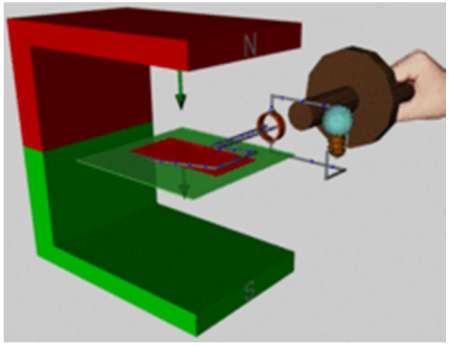
Induktion

Induktion der Bewegung (Generatorprinzip)

Die Induktion der Bewegung ist ein Vorgang, bei dem durch Bewegung eines Leiters in einem Magnetfeld eine Spannung erzeugt wird. Dieses Prinzip wird in einem Generator angewendet, bei dem durch das Drehen eines Rotors in einem Magnetfeld eine Wechselspannung erzeugt wird. Deshalb wird diese Art der Induktion auch Generatorprinzip genannt.

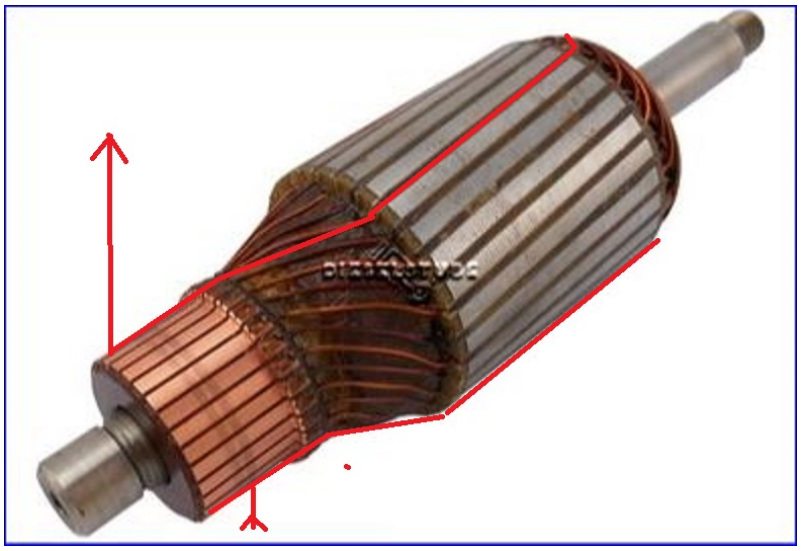
Wirkungsweise der Induktion in elektrischen Generatoren.

Bei allen Generatoren, die mittels elektromagnetischer Induktion arbeiten, ist das Prinzip, mechanische Leistung in elektrische Leistung umzuwandeln, gleich. Die mechanische Leistung wird dem Generator in Form der Drehung einer mechanischen Welle zugeführt. Diese bewegt den Leiter



durch das Magnetfeld. Im Bild links ist solch ein Versuchsaufbau gezeigt. Das Magnetfeld wird hier von einem Permanent-Magnet erzeugt. Die Spule wird mit einer Handkurbel gedreht. Die Spannung wird erzeugt, wenn der Leiter die Feldlinien (Pfeil oben im Bild) schneidet.
Die Spannung ist abhängig von der Feldstärke des Magnetfeldes und der Geschwindigkeit und dem Winkel mit der der Leiter durch das Magnetfeld bewegt wird.

Da der Magnet oben fest ist, und sich der Leiter drehend bewegt ändert sich der Winkel permanent und es entsteht eine Wechselspannung.



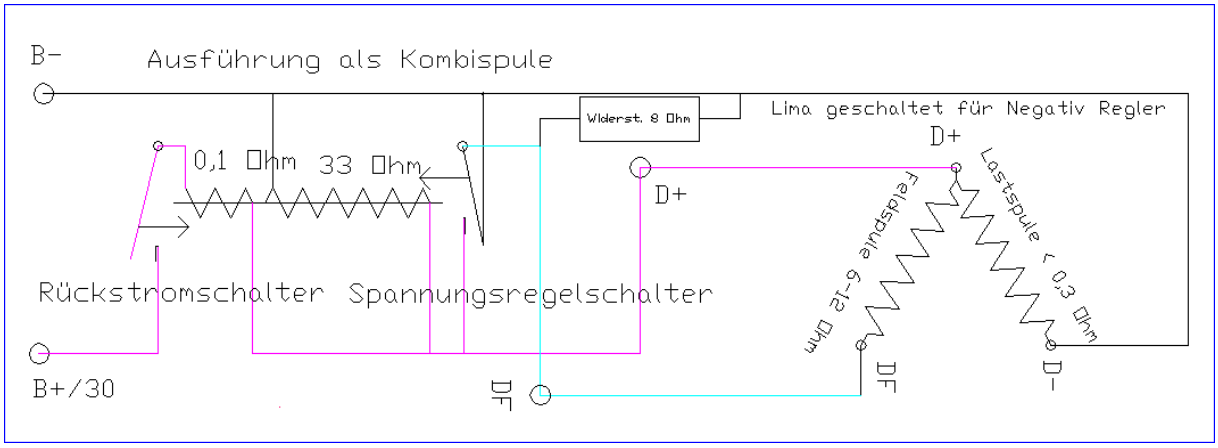
Um eine Gleichspannung zu erzeugen benötigt es einen Kommutator und viele Wicklungen auf dem Läufer (siehe Bild links). Dieser funktioniert dahingehend, dass immer nur die Wicklung auf den Ausgang geschaltet wird, die sich senkrecht zum Magnetfeld bewegt. Dort wo die roten Pfeile in den Kommutator gehen befinden sich die Kohlen die den Strom von dem drehenden Kommutator auf die feststehenden Kohlen übertragen. In der Realität sind es aufgrund der Kohlenbreite aber 2-3 Leiterbahnen. Auf diese Weise entsteht an den Kohlen ein leicht pulsierender Gleichstrom.

Wie oben bei der Induktion gezeigt sind die beiden wesentlichen Parameter zur Höhe der Spannung die Feldstärke und die Drehgeschwindigkeit. Bei gleicher Feldstärke ändert sich die Spannung linear zur Drehgeschwindigkeit. Wegen der fixen Batteriespannung soll diese aber fest etwas höher als 12Volt sein. Höhere Drehzahlen würden aber auch höhere Spannungen bedeuten und zum „kochen“

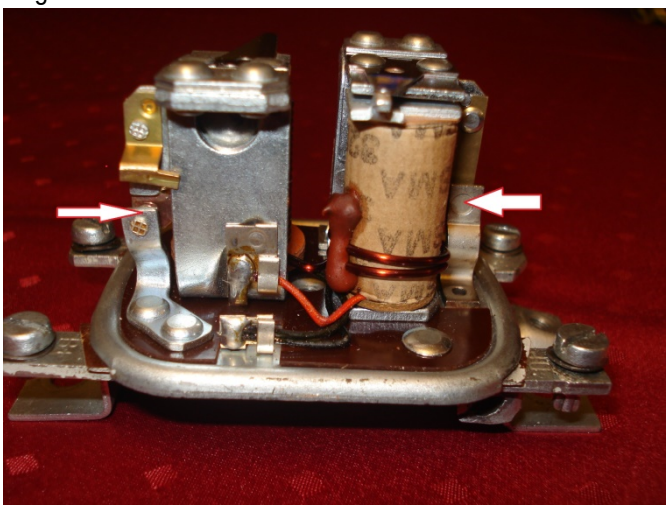
der Batterie durch höhere Spannungen führen. Lösen lässt sich die Problematik durch Gegensteuern der Feldstärke. Wenn das Magnetfeld durch einen Elektromagneten erzeugt wird, lässt sich dieses über den Spulenstrom regeln. Hier kommt jetzt unser Gleichstromregler ins Spiel.
Die Spulen der Lichtmaschine sind so ausgelegt, dass bei Leerlaufdrehzahl und voller Batteriespannung an der Feldwicklung eine Spannung gerade etwas höher als die Batteriespannung erzeugt wird. Das Feld wird maximal angesteuert. Wenn die Drehzahl steigt muss im Gegenzug das Feld geschwächt. Dies geschieht dadurch, dass der Regler bei steigender Spannung das Feld mit einem Zusatzwiderstand, dem sogenannten Lastwiderstand am Boden des Reglers, schwächt. Ist auch hier die Spannung noch zu hoch so entlädt der Regler das Feld vollständig, in dem Ein- und Ausgang des Feldes verbunden werden, es liegt also keine Spannung mehr am Feld an.

Analog zu den Lichtmaschinen, in denen das Erregerfeld entweder positiv oder negativ geschaltet ist, benötigt es dazu entweder einen Positiv oder Negativregler. Beim Positiv Regler wird das Feld auf der – Seite der Wicklung geregelt, beim Positivregler auf der + Seite des Reglers. Bei deutschen Autos und auch bei den Engländern wird die Lima überwiegend negativ geregelt. Überwiegend sind Bosch Regler verbaut. Bei Fiat und ich denke auch bei anderen italienischen Autos sind Positiv Regler im Einsatz. Aus diesem Grund beschäftigen wir uns zuerst mit dem Negativregler.

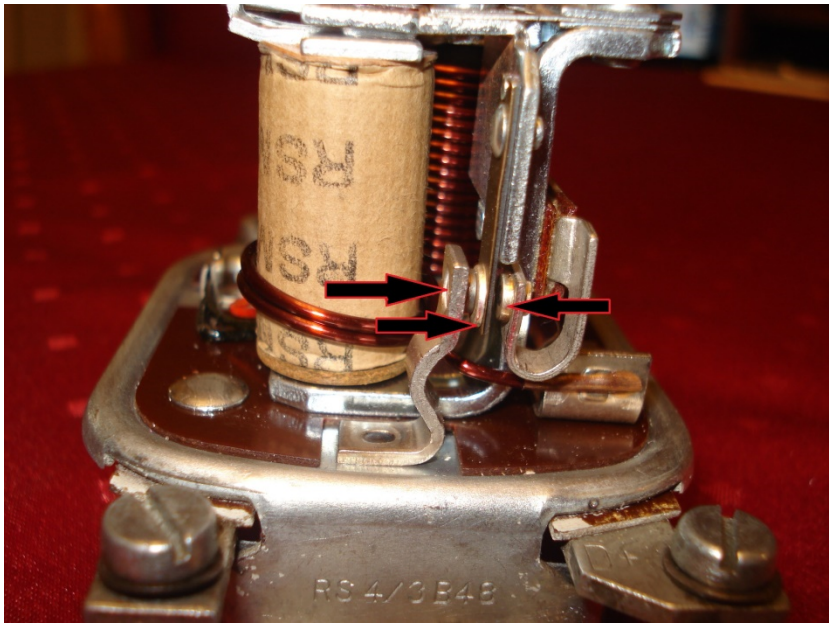
Im Bild nachfolgend ist der der Schaltplan eines Negativreglers dargestellt.



Rechts im Bild oben sind die Lichtmaschinenwicklungen dargestellt. Beim Negativregler und Lima sind die Plus Seiten beider Wicklungen bei D+ verbunden. Die negative Seite der Feldwicklung (DF) wird mit der DF Klemme des Reglers verbunden. Die D+ Klemme der Lima mit der D+ Klemme des Reglers.

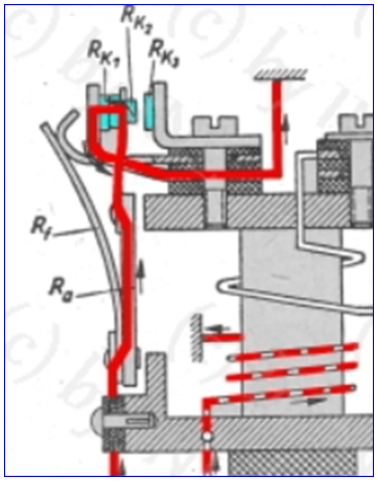


Links ein Bild des Bosch Reglers. Links die Rückstromspule und rechts die Spannungsregelspule. Die Pfeile deuten auf die entsprechenden Kontakte



Links der Spannungsregelkontakt von der Seite in der Grundstellung (Pfeile).
Man sieht, dass der Kontakt links anliegt auf der Verbindung zur Masse.

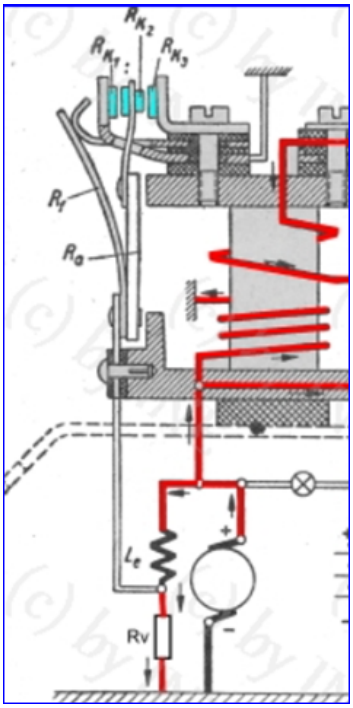
Im Folgende diese Ansicht im Prinzip Bild mit den Stromflüssen der 3 Regelstellungen.



Beschreibung des Regelablaufs

In den nachfolgenden Bildern ist links der Spannungsregelschalter mit seinen 3 Stellungen Rk1, Rk2 und Rk3 dargestellt. Wie im Schaltplan gezeigt ist der Spannungsregelschalter Rk2 mit dem Ausgang der Feldspule DF verbunden. Die Spule wird mit der D+ Spannung angesteuert. Beim Starten gibt die Lichtmaschine keinen Strom ab, der Spannungsregelschalter ist in Grundstellung auf Masse gelegt (siehe roten Fluss im Bild)

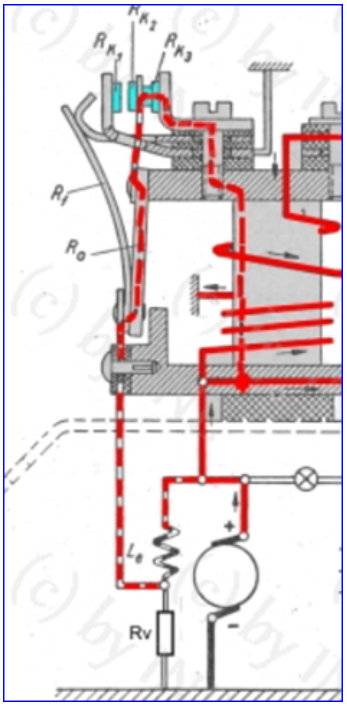
Folge : so wird das Erregerfeld maximal angesteuert.



Die Lichtmaschinendrehzahl steigt weiter an

Mit steigender Drehzahl steigt die in der Spannung Spule erzeugte Magnetkraft an, bis die Federkraft des Reglerankers “Ra” überwunden wird und der Kontakt zwischen “Rk1” und “Rk2” unterbrochen wird. “Rk2” hat jetzt weder mit “Rk1” noch mit “Rk3” kontakt. Dadurch wird der bisher kurzgeschlossene Vorwiderstand “Rv” in den Erregerstromkreis eingeschaltet. Der Erregerstrom sinkt. Die Lichtmaschine wird nicht mehr voll erregt.

Folge: Die Lichtmaschinenspannung verringert sich.



Sehr hohe Drehzahl

Bei hoher Drehzahl steigt die Lichtmaschinenspannung und damit auch der Ladestrom weiter an. Durch die gemeinsame Wirkung der Spannungs- und Stromspule wird der Regleranker “Ra” über die Mittellage hinaus gezogen und schließt den Kontakt zwischen “Rk2” und “Rk3” damit wird die Erregerwicklung kurzgeschlossen, die Lichtmaschinenspannung fällt stark ab. Dieser Vorgang ist sehr kurz und “Ra” geht in die Mittellage zurück. Durch jetzt normale Erregung steigt die Spannung wieder an und der Vorgang beginnt von neuem (Der Kontakt flattert hin und her).

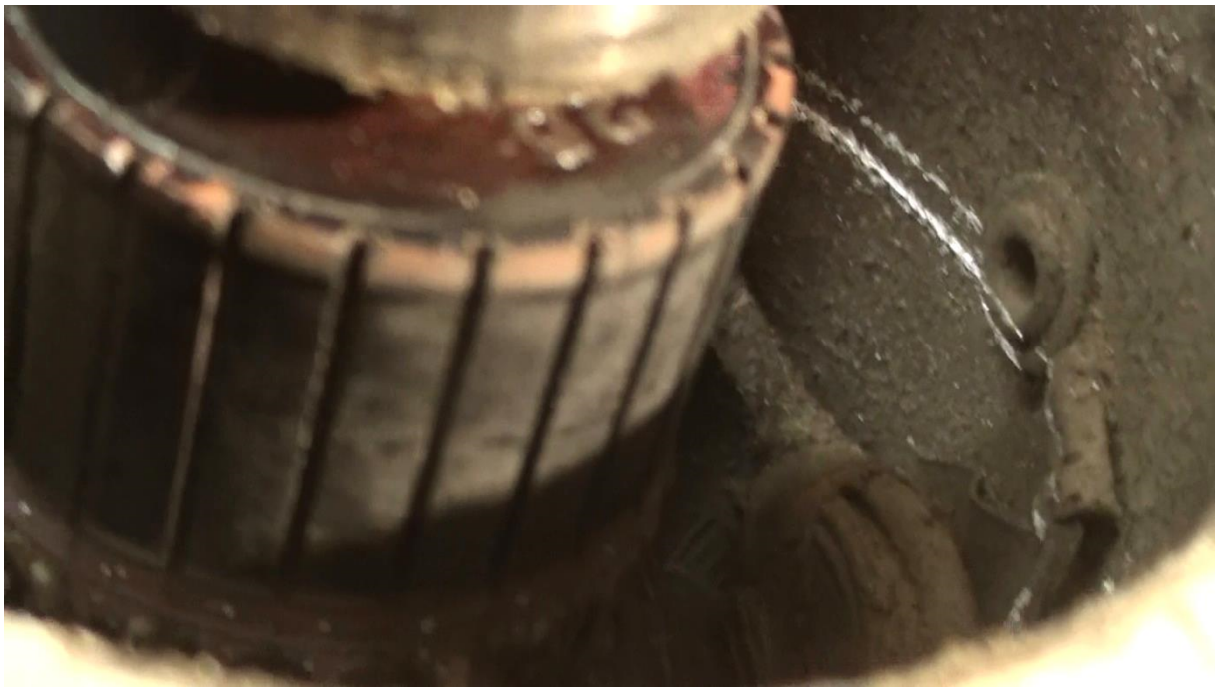
Die Spannung der Lichtmaschine bleibt durch diese kurzen Schaltvorgänge konstant. (Zweipunkt Reglung)
Der Regler tut jetzt was er soll!

Fehleranalyse in eingebautem Zustand

Fehler bei Lima oder Regler äußern sich dadurch, dass die rote Ladekontrolle bei laufendem Motor nicht erlischt. Durch folgende Messungen in eingebautem Zustand kann ermittelt werden, ob die Lichtmaschine oder der Regler defekt ist. Dazu wird ein Multimeter Messgerät verwendet bei dem der Ohm Messbereich eingeschaltet wird. Bei älteren Geräten gibt es dazu verschiedene Einstellungen. Hier den kleinsten Messbereich (meistens 200 Ohm) wählen.
Jetzt durch Verbinden der Messspitzen prüfen ob der Nullpunkt stimmt. Dieser kann, speziell wenn die Batterie im Messgerät alt ist, von Null abweichen (z.B. 0,5). Diesen Wert dann von den nachfolgend gemessenen abziehen.

Zuerst am Regler das D+ Kabel zur Lichtmaschine lösen. Die Klemmen sind entweder auf dem Deckel oder auf der Klemme selbst beschriftet.
Dann mit dem Messgerät den Ohm Wert des Kabels zur Lichtmaschine zum Gehäuse der Lichtmaschine (Masse / B-) messen. Dieser sollte so zwischen 0,1 und 0,3 Ohm liegen. Werte über 0,5 Ohm deuten auf defekte Lichtmaschine. Hier sind entweder die Kohlen des Kollektors abgenutzt oder der Kollektor ist verbrannt. Wird der Messbereich überschritten, hier zeigt das Messgerät OFL (Offline an) so gibt es eine Unterbrechung. Hier nochmals an der D+ Klemme der Lichtmaschine messen. Ist der Wert hier gleich so ist die Wicklung der Lichtmaschine durchgebrannt. In beiden Fällen muss die Lichtmaschine ausgebaut werden und der Deckel zum Kollektor abgenommen werden. Man kann dann erkennen ob die Kohlen abgenutzt sind und/oder der Kollektor verbrannt ist. Im Fall unseres Projektes (Fiat von H. Suchy) war dies der Fall. Siehe die nachfolgenden Bilder.

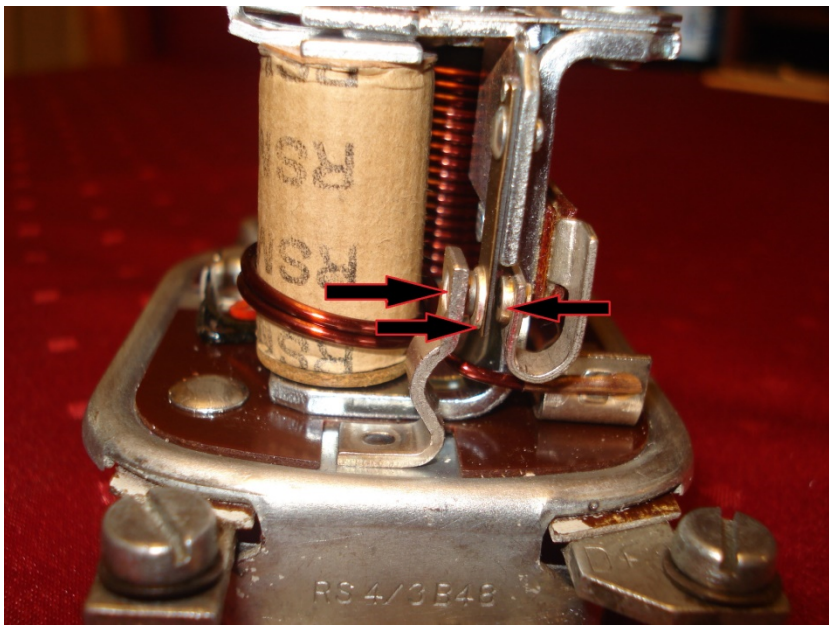
Am Ende des Schraubenziehers sieht man den Rest der Kohle, der sich aber im Schacht nicht mehr in Richtung Kollektor bewegen konnte. Die Kohle hat dann vom Kollektor abgehoben und durch Funken diesen verbrannt, siehe im folgenden Bild den schwarzen Belag .



Weiter aber jetzt mit der Prüfung des Reglers.

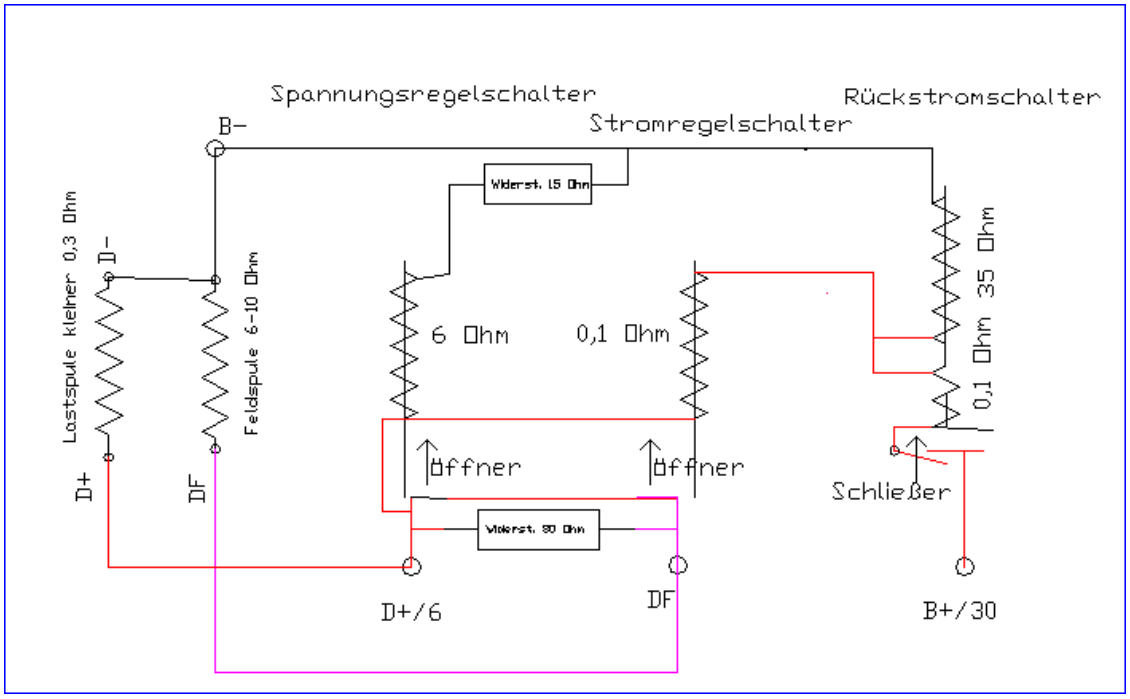
Jetzt das Kabel von der DF Klemme des Reglers lösen. Wie oben beschrieben muss der Negativregler in Grundstellung (nicht angesteuert) das Feld auf Masse legen um dieses für den Hochlauf maximal zu erregen. Ein Wert von 0,1 bis 0,5 Ohm ist ok. Der Kontakt hat immer einen kleinen Übergangswiderstand. Werte über 0,5 Ohm sind bedenklich. Hier muss der Regler ausgebaut und geöffnet werden. Ist der Ohm Wert > 200 Ohm oder zeigt das Messgerät OFL (Bereichsüberschreitung) so könnte es sich um einen Positivregler handeln. Beschreibung weiter unten. Hier muss der Regler in der Grundstellung das Feld auf D+ legen. Zeigt die Ohmmessung von der D+ zur DF Klemme einen Wert kleiner 10 Ohm so handelt es sich um einen Positivregler wie in

unserem Testprojekt Fiat 127.
Werte größer als 0,5 Ohm weisen auf verbrannte Kontakte. Bei Werten von kleiner als 0,5 Ohm ist alles ok.



Links ist der Regelkontakt im geöffneten Bosch Regler zu sehen. Die Kontakte sind hier fast wie neu. Abgebrannte Kontakte äußern sich durch einen schwärzlichen Belag. Eine Reparatur ist meist nicht mehr sinnvoll. Diese Regler sind für 40-70 Euro im Internet zu haben.
Ist der Ohm Wert des Regelkontakts ok sollten noch die Spule geprüft werden. Dazu den Ohm Wert von der Klemme D+ zu D- messen. Die Spulen haben einen Ohm Wert von ca. 25-50 Ohm. Zeigt das Messgerät OFL oder einen sehr hohen Ohm Wert größer 200 Ohm so sind die Spulen defekt. Der Regler sollte ersetzt werden.

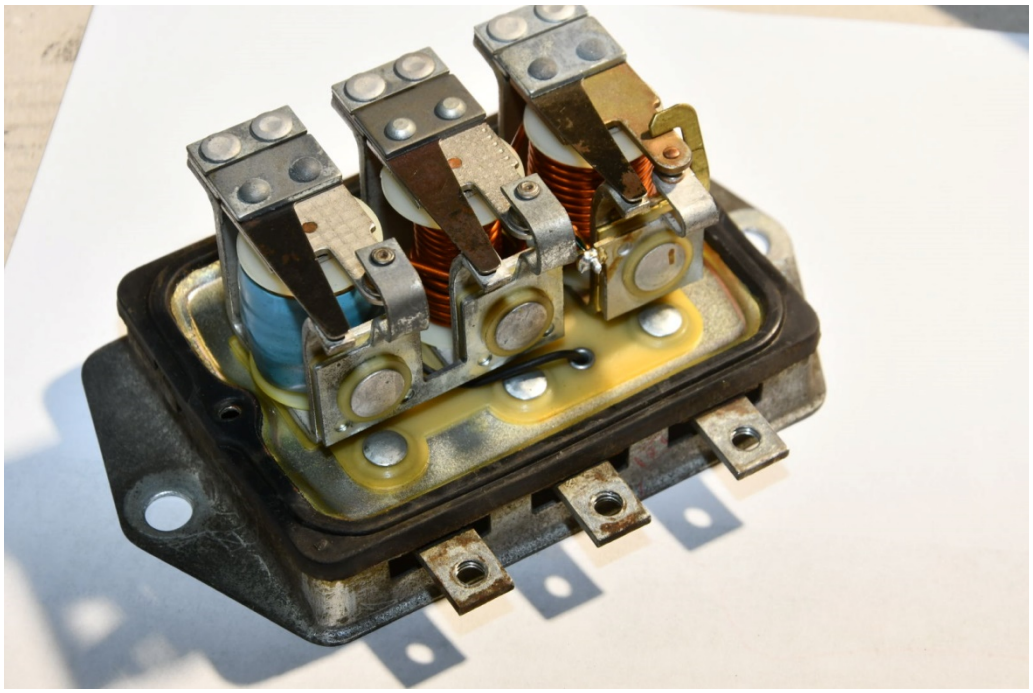
Jetzt die Beschreibung des Positivreglers wie beim Projekt im Fiat vorgefunden.



Die Lichtmaschinenwicklungen sind hier links dargestellt. Die beiden Wicklungen sind hier jetzt nicht bei D+ verbunden sondern bei B- . In DF wird in der Grundstellung über den Regler eine positive

Spannung von D+ eingeleitet. Oben die Farben Rot und Magenta. Hierbei wird das Feld maximal erregt. Muss es abgeregelt werden damit die Spannung nicht zu hoch steigt so öffnet die Spannungsregelspule den Kontakt und der Strom läuft dann über den Lastwiderstand und schwächt das Feld. Dieser hat im Fiat Regler den Wert von 80 Ohm. Einen dritten Schaltpunkt wie im Bosch Regler, bei dem das Feld kurzgeschlossen wird, gibt es nicht.
Die Stromregel Spule ist abweichend vom Bosch Regler, bei dem diese als zusätzliche Wicklung über der Spannungsregelspule kombiniert ist, parallel zur Spannungsregelspule geschaltet ist. Nachfolgend ein Bild von Fiat Regler.

links die Spannungsregelspule, in der Mitte die Stromregelspule und recht der Rückstromschalter.



Fehler Abschaltspannung verstellt

Außer dem Fehler, bei dem die Ladekontrolle nicht ausgeht, kann es, wenn oben alle Prüfungen positiv erfolgen noch einen weiteren Fehler geben. Hier kann durch Verändern der Federspannung des Spannungs-Regelschalters der Abregel-Punkt verstellt sein. Der Regler soll die Spannung auf maximal 13,8-14,4 Volt begrenzen. Werte unter 13 Volt laden die Batterie nicht mehr richtig. Diese ist dann nur teilweise geladen und man meint dann die Batterie wäre defekt. Hierzu sollte man eine Lade-Spannungs-Messung bei laufendem Motor machen. Im Leerlauf sollte eine Ladespannung an B+ von mindestens 12,5 Volt erreicht werden. Bei erhöhter Drehzahl sollten 13-13,5 Volt erreicht werden und bei maximaler Drehzahl mehr als 13,5 aber nicht mehr als 14,4 Volt.

Das Einstellen der Abregel-Spannung ist durch verbiegen der Federhalter möglich. Es gibt auch Regler die dazu Einstellschrauben haben. Ich verweise dazu auf den Film „Einstellen der Abregelspannung eines mechanischen Gleichstromreglers“.