

Fachheft

Kraftfahrzeugtechnologie
Elektrik/Elektronik

Freilauf-, Verpolungs- und Überspannungsschutzsysteme

für
Kraftfahrzeugtechniker/in,
Kraftfahrzeugmechatroniker/in,
Kraftfahrzeug-Service-Techniker/in,
Kraftfahrzeug-Service-Mechaniker/in,
Mechaniker/in für Land- und Baumaschinentechnik
und Zweiradmechaniker/in

Fachheftinhalt:

Freilauf-, Verpolungs- und Überspannungsschutzsysteme

- Freilauf- oder Löschiode
- Verpolungsschutzdiode
- Freilaufwiderstand
- Schottkydiode
- Varistor VDR
- Zenerdiode
- Stromverläufe

Dieses Fachheft gehört:

Datum:

Vorwort des Autors

Das Fachheft Freilauf-, Verpolungs- und Überspannungsschutzsysteme, soll den Beschäftigten im Kraftfahrzeugtechniker-, Landmaschinenmechaniker-, Zweiradmechaniker-Handwerk, Technikern und Studierenden der Fahrzeugtechnik und Teilnehmern an Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, als Nachschlagewerk zur Informationsbeschaffung und technischen Kompetenzerweiterung über das verfasste Thema dienen.

Dieses Fachheft soll Ihr vorhandenes Fachbuch ergänzen und Sie damit kompetenter und sicherer machen, um zum Beispiel Lernzielkontrollen und Abschlussprüfungen erfolgreich schreiben und bestehen zu können.

Auszubildende im Ausbildungsberuf Kraftfahrzeug-Mechatroniker/in können dieses Fachheft für das

- Lernfeld 3 Prüfen und Instandsetzen elektrischer und elektronischer Systeme,
- Lernfeld 5 Prüfen und Instandsetzen der Energieversorgungs- und Startsysteme und
- Lernfeld 7 Diagnostizieren und Instandsetzen von Motormanagementsystemen,

Auszubildende im Ausbildungsberuf Mechaniker/in für Land- und Baumaschinentechnik können dieses Fachheft für das

- Lernfeld 3 Elektrik und Elektronik,
 - Lernfeld 5 Motorentechnik und
 - Lernfeld 8 Komplexe Steuerungs- und Regelungssysteme,
- als Informationsquelle nutzen.

Auch sollen die Inhalte dieses Fachheftes dazu dienen, dass erlernte Wissen in der täglichen Praxis so anzuwenden, dass die Kundenaufträge mit der Qualität ausgeführt werden können, die die/den Kundin/Kunden in seiner Ganzheit zufrieden stellt.

Kundenorientiertes Handeln:

Qualität ist dann erreicht, wenn die/der Kundin/Kunde wiederkommt und nicht das Produkt.

Sollten Sie Fragen zum Thema Freilauf-, Verpolungs- und Überspannungsschutzsysteme haben, oder haben Sie Anregungen zum Thema, sind Sie herzlich aufgefordert, sich kundzutun.

Nehmen Sie, wenn Bedarf vorhanden ist, Kontakt über meine Internetseite, <http://www.Horst-Weinkauf.de> mit mir auf.

Horst Weinkauf

Inhaltsverzeichnis

Fachheftinhalt _____	1
Impressum _____	2
Vorwort des Autors _____	3
Inhaltsverzeichnis _____	4
Abbildungs-Verzeichnis _____	7
Grundsätzliche Anmerkungen zum Einsatz einer Freilaufeinrichtung _____	11
Kennlinie Stromanstieg und magnetische Flussänderung in einer Induktivität _____	12
Einfache Relaisschaltung, Status: Abschaltaugenblick, Abklingstrom _____	13
Kennlinie Magnetfeldabbau, erzeugte Selbstinduktionsspannung im Ein- und Ausschaltaugenblick _____	14
Erläuterungen zur Kennlinie Magnetfeldabbau von Seite 14 _____	15
Freilaufeinrichtung, Namensgebung _____	16
Freilauf- oder Löschiode, Verpolungsschutzdiode mit Schaltbild _____	17
Einsatzzweck Verpolungsschutzdiode _____	18
Innenschaltung, Foto eines Relais mit Freilauf- und Verpolungsschutzdiode, Schaltzeichen Diode und natürliches Aussehen einer Diode _____	19
Diverse Relais, mit unterschiedlichen Stecker codierungen, mit und ohne Freilaufeinrichtungen _____	20
Erläuterungen 1 zu den diversen Relais, Arretierung, Poka-Yoke _____	21
Erläuterungen 2 zu den diversen Relais _____	22
Erläuterungen 3 zu den diversen Relais, Darstellung eines/des Freilaufwiderstandes _____	23
Farbringdaten, um den Widerstandswert an Hand der Farbringe zu ermitteln _____	24
Relaisgrundschialtung für einen Lüftermotor _____	25
Bauteilbezeichnungen zur Relaisgrundschialtung mit Freilauf- und Verpolungsschutzdiode _____	26
Steuerstromverlauf der Relaisschialtung für einen Lüftermotor _____	27
Laststromverlauf der Relaisschialtung für einen Lüftermotor _____	27
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisschialtung für einen Lüftermotor, ohne Schutzbeschaltung Freilaufeinrichtung _____	28
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisschialtung für einen Lüftermotor, mit Schutzbeschaltung Freilaufdiode 1 und Verpolungsschutzdiode 2 _____	28
Beschreibung, Schaltbild und Einsatzzwecks eines Freilaufwiderstandes _____	29
Relaisgrundschialtung mit Freilaufwiderstand für einen Lüftermotor _____	30
Bauteilbezeichnungen zur Relaisgrundschialtung mit Freilaufwiderstand, für einen Lüftermotor _____	31
Steuerstromverlauf der Relaisschialtung mit Freilaufwiderstand, für einen Lüftermotor _____	32
Laststromverlauf der Relaisschialtung mit Freilaufwiderstand, für einen Lüftermotor _____	32
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisschialtung mit Freilaufwiderstand für einen Lüftermotor _____	33

Stattfindender Ladungsträgerverschiebungsprozess in einer Relaisspule, ohne Schutzbeschaltung _____	33
Erläuterungen zum Ladungsträgerverschiebungsprozess in einer Relaisspule, ohne Schutzbeschaltung _____	34
Schottkydiode, Schaltzeichen, Einsatz in einem Relais _____	35
Weitere Erläuterungen zur Schottkydiode, 0,7V, 30,7V _____	36
Relaisgrundschaltung mit Schottkydiode für einen Lüftermotor mit Schutzbeschaltung _____	37
Bauteilbezeichnungen zur Relaisgrundschaltung mit Schottkydiode, für einen Lüftermotor _____	38
Steuerstromverlauf der Relaisschaltung mit Schottkydiode, für einen Lüftermotor _____	39
Laststromverlauf der Relaisschaltung mit Schottkydiode, für einen Lüftermotor _____	39
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisschaltung mit Schottkydiode, für einen Lüftermotor _____	40
Stattfindender Ladungsträgerverschiebungsprozess der Relaisschaltung , ohne Schottkydiode _____	40
Varistor VDR, spannungsabhängiger Widerstand, Schaltzeichen, Kennlinie _____	41
Zenerdiode als Überspannungsschutz für die Zündungsendstufe mit Stromlaufplan _____	42
Erläuterungen zum Einsatz der Zenerdiode und Schaltzeichen mit Polaritätsangabe _____	43
Grundschaltung Überspannungsschutzrelais mit Zenerdiode _____	44
Bauteilbezeichnungen zur Grundschaltung Überspannungsschutzrelais mit Zenerdiode und Erläuterungen zum Einsatz der Zenerdiode _____	45
Steuerstromverlauf Überspannungsschutzrelais mit Zenerdiode _____	46
Laststromverlauf Überspannungsschutzrelais mit Zenerdiode _____	47
Zenerstromverlauf beim Erreichen der Zenerspannung $U_Z = 22V$ _____	48
Grundschaltung einer Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor mit Freilaufwiderstand für die Relaisspule und Freilaufdiode für den Pumpenmotor _____	49
Bauteilbezeichnungen für die Relaisschaltung mit Freilaufwiderstand und Freilaufdiode für den Pumpenmotor, Funktionsprinzip 1 des Hydraulikpumpenmotorrelais _____	50
Funktionsprinzip 2 Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor _____	51
Funktionsprinzip 3 Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor _____	52
Steuerstromverlauf Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor _____	53
Laststromverlauf Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor _____	54
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisspule in der Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor, ohne Freilaufwiderstand _____	55
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf der Relaisspule in der Relaisschaltung für einen Hydraulikpumpenmotor, mit Freilaufwiderstand _____	56
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf des Hydraulikpumpenmotors ohne Freilaufdiode _____	57
Selbstinduktionsspannungsstromverlauf des Hydraulikpumpenmotors mit Freilaufdiode _____	58

Anmerkung zum Selbstinduktionsspannungsstromverlauf des Hydraulikpumpenelektromotors _____	59
Wieso braucht ein normaler Lüftermotor keine Freilaufdiode? Anmerkung, Tipp 10: _____	59
Stromlaufplan Drehstromgenerators, mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt, mit eingezeichnetem Abklingstromverlauf _____	60
Bauteilbezeichnungen und -benennungen für den Stromlaufplan Drehstromgenerator, mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt, Abklingstromverlauf _____	61
Erläuterungen zum Abklingstromverlauf, Stromlaufplan Drehstromgenerator, mit elektronischem Regler, minusseitig geregelt _____	62
Systeme, in denen auch eine Selbstinduktionsspannung erzeugt wird, die aber nicht mit einer Schutzbeschaltung versehen sind _____	63
Grundschtung, Teilauszug Stromlaufplan Einspritzventilansteuerung _____	64
Bauteilbezeichnungen und -benennungen für die Grundschtung, Teilauszug Stromlaufplan Einspritzventilansteuerung _____	65
Aufgenommenes ti-Signal des Einspritzventils Y_{15} mit dem Oszilloskop _____	66
messtechnische Aufnahme des ti-Signals, prinzipielles Anschlussschema für die Signalaufnahme des ti-Signal eines Einspritzventils mit dem Oszilloskop _____	66
Funktionsbeschreibung 1, Stromfluss, Selbstinduktionsspannung, Selbstinduktionsspannungsstromfluss, Ladungsträgerausgleich für das Einspritzventil Y_{15} _____	67
Funktionsbeschreibung 2, Stromfluss, Selbstinduktionsspannung, Selbstinduktionsspannungsstromfluss, Ladungsträgerausgleich für das Einspritzventil Y_{15} _____	67
Ladungsträgerverschiebungsprozess der getrennten Ladungen der Einspritzventilspule _____	69
Darstellung des Ladungsträgerverschiebungsprozesses der getrennten Ladungen der Einspritzventilspule von Y_{15} in Form eines ti-Signals _____	70
Bedeutung der technischen Bezeichnungen ti und tp _____	70
Teilauszug Stromlaufplan Einspritzventilansteuerung, Basisstromverlauf I_B des Schalttransistors für das Einspritzventil Y_{15} und eingezeichnetem Oszilloskop für die ti-Signalaufnahme _____	71
Teilauszug Stromlaufplan Einspritzventilansteuerung, Laststromverlauf des Einspritzventils Y_{15} entspricht dem Kollektorstromverlauf I_C des Schalttransistors T_2 für das Einspritzventil Y_{15} und eingezeichnetem Oszilloskop für die ti-Signalaufnahme _____	72
Lösung Widerstandswertermittlung von Seite 24 _____	73
Fachbegriff-Verzeichnis _____	74
Schlussseite _____	76
Notizen _____	77

Funktionsbeschreibung, Stromfluss, Selbstinduktionsspannung, Selbstinduktionsspannungsstromfluss), Ladungsträgerausgleich.

Wenn das Einspritzventil Y_{15} angesteuert werden soll, muss der Transistor T_2 in den leitenden Zustand geschaltet werden.

Dies geschieht dadurch, dass ein kleiner Basisstrom I_B in den Transistor über die Basis zum Emitter fließt. Dieser Basisstrom ruft den hohen Kollektorstromfluss I_C hervor. Dieser Kollektorstromfluss stellt jetzt den Stromfluss für das Einspritzventil dar. Das heißt, dieser Stromfluss erzeugt das/ein Magnetfeld in der Ventilschleife, um den Ventildichtsitz zu öffnen, damit Kraftstoff auf das geschlossene Einlassventil gespritzt werden kann. Ist der Einspritzvorgang abgeschlossen, schaltet man den Transistor T_2 in den gesperrten Zustand, das heißt, der Stromfluss durch das Einspritzventil wird unterbrochen. Durch diese Unterbrechung bricht das zuvor bestandene Magnetfeld zusammen und schneidet dabei die Wicklungen des Einspritzventils. Es wird jetzt in der Spule eine Selbstinduktionsspannung induziert, die einen **Selbstinduktionsspannungsstromfluss** hervorruft, der die gleiche Richtung hat, wie die zuvor angelegte Spannungsquelle den Strom durch das Einspritzventil hat fließen lassen. **Diese Selbstinduktionsspannung hat eine Spannungshöhe von ca. 40V – 80V.**

Da diese Selbstinduktionsspannungshöhe relativ klein ist, hat man hierbei keine Schutzbeschaltung, weder am Einspritzventil, noch am Schalttransistor verbaut.

Was geschieht dabei technisch in diesem System?

Nun, eine Selbstinduktionsspannung wird auf jeden Fall erzeugt.

Diese Selbstinduktionsspannung ist ja nichts anderes, als ein Ladungsträgerverschiebungsprozess innerhalb der Spule. Die Ladungsträgerverschiebungsrichtung durch die Selbstinduktionsspannung ist so gerichtet, dass sie eine Ladungsträgerverschiebung hervorruft, die die gleiche Richtung hat, wie die zuvor angelegte Spannungsquelle war. Das heißt, am Anschluss des Einspritzventils, wo Minus war, ist jetzt das positive Potenzial, der Anschluss, der vom Ursprung Pluspotenzial führte, ist jetzt negativ. Im Grunde genommen, alles wie gehabt, die Ladungsträgerverschiebungsrichtung ist bei allen Systemen, ob Relaispule, oder Elektromotor, im Abschaltmoment gleich.

Bei den Einspritzventilen ist im Abschaltmoment kein geschlossener Stromkreis vorhanden, das heißt, es kommt nicht zu einem Stromfluss, sondern, es werden die Ladungsträger „nur“ verschoben, dadurch entsteht in der Spule wiederum eine Potenzialdifferenz, die sich auszugleichen versucht. Dieses Ausgleichen findet unmittelbar danach statt, wenn der Höchstwert der Induktionsspannung erreicht ist. Die Ladungsträger verschieben/verteilen sich jetzt über die gesamte Leiterlänge und -fläche der Spule. Ist dieser Vorgang abgeschlossen, ist keine Potenzialdifferenz an den Spulenden vorhanden und auch nicht messbar.

Die Ladungsträgerverschiebung hat folgenden Verlauf:

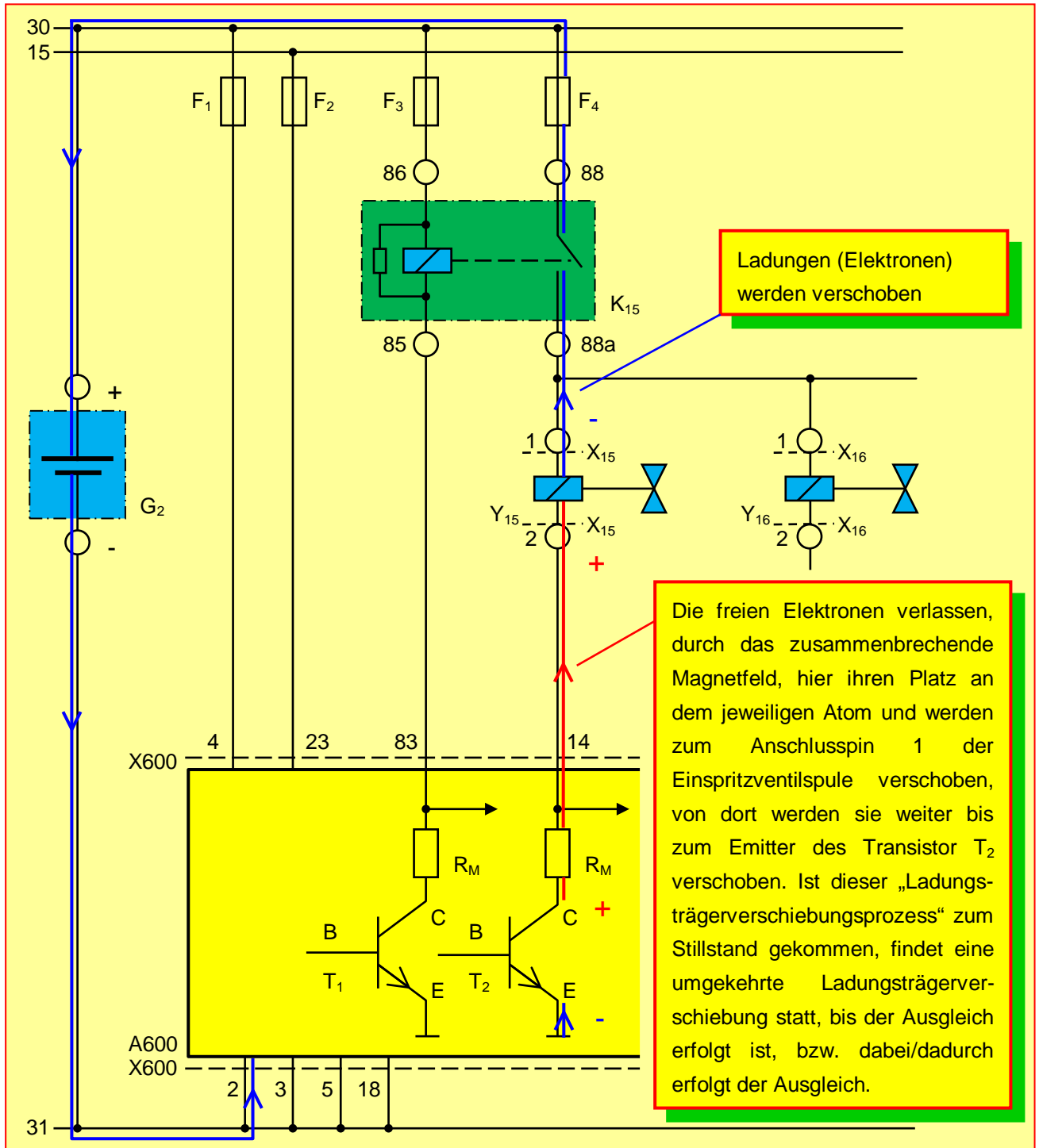
In der Spule wird eine Spannung induziert, die eine Potenzialverschiebungsrichtung hervorruft, die folgende Polarität entstehen lässt: Anschlusspin 1 Y_{15} hat negatives Potenzial, Anschlusspin 2 Y_{15} hat positives Potenzial. Die Elektronen verlassen, durch das zusammenbrechende Magnetfeld in der Einspritzventilspule, vom Anschluss C des Transistors T_2 über den Messwiderstand R_M Steuergerät Anschlusspin 14, bis zum Anschlusspin 2 der Einspritzventilspule ihren Platz am/im Atom. Es entsteht auf diesem Stück Leiterlänge demzufolge ein Elektronenmangel, es bleiben also „Löcher“, Elektronenfehlstellen übrig. Die Elektronen werden, durch das zusammenbrechende Magnetfeld, bis zum Emitteranschluss des Transistors T_2 verschoben. Vom Anschlusspin 1 Y_{15} werden die Elektronen jetzt zum Relais K_{15} Anschlussklemme 88a, über den nach wie vor geschlossenen Laststromschalter des Relais nach Klemme 88 hin verschoben, von dort durch die Sicherung, nach Klemme 30, von dort durch die Batterie nach Masse Klemme 31, von dort durch den entsprechenden PIN am DME (Digitale Motor Elektronik) Steuergerät, hier in unserer Schaltung PIN 2, zum Emitteranschluss des Transistors T_2 .

Da der Transistor T_2 sich aber im gesperrten Zustand befindet, kann hierüber kein Ausgleich erfolgen.

Dadurch, dass der Transistor T_2 gesperrt ist, können die Ladungen nicht durch die Kollektor-Emitter-Strecke verschoben werden, sie werden also gestoppt. Ist dieser Zeitpunkt erreicht, können wir an der Kollektor-Emitter-Strecke eine Spannung, in unserem Beispiel, von 50 V messen, siehe *-Abb.: 9.2 aufgenommenes ti-Signal des Einspritzventils Y_{15} mit dem Oszilloskop U_2 -*. Diese Spannungshöhe schadet der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors nicht, sie ist ungefährlich für den Transistor T_2 . Wenn also dieser Zeitpunkt erreicht ist, findet sofort eine umgekehrte Ladungsträgerverschiebung statt. Es ist ja eine Potenzialdifferenz innerhalb der Spule des Einspritzventils entstanden, die sich ausgleichen will. Alsdann gleichen sich die zuvor getrennten Ladungen innerhalb der Einspritzventilspule aus. Somit ist der Vorgang des Ansteuerns, der Induktionsspannungserzeugung und des Ausgleichens abgeschlossen. Siehe *-Abb.: 9.3.1 Darstellung des Ladungsträgerverschiebungsprozesses in Form des ti-Signals des Einspritzventils Y_{15} , aufgenommen mit einem Oszilloskop-*

Ladungsträgerverschiebungsprozess/Stromverläufe, siehe nachfolgende Seiten

Abb.: 9.3 Teilauszug Stromlaufplan Einspritzventilansteuerung, hier, Ladungsträger-verschiebungsprozess der getrennten Ladungen der Einspritzventilschleife, im Abschaltaußenblick



● Elektronenmangel bis zum Kollektoranschluss des Transistors T_2

● Elektronenüberschuss bis zum Emitteranschluss des Transistors T_2