

Konstantlastregler KLR-4

Der Konstantlastregler KLR-4 entstand aus dem Bedürfnis nach einem Regler für Kleinkraftwerke, welcher im Gegensatz zu den üblichen Phasenanschnittsteuerungen deutlich weniger Störspannungen auf dem Netz erzeugt. Dies in Anbetracht der immer häufiger eingesetzten elektronischen Apparate, welche empfindlich auf Netzstörungen reagieren (Computer, Registrierkassen etc.).

Bei der Regelung von Turbinen mit einem Konstantlastregler arbeitet die Turbine immer mit ihrer Nennleistung, unabhängig davon, wieviele Verbraucher gerade angeschlossen sind. Die zuviel erzeugte Energie wird dabei in Regellasten vernichtet. Der Regler hat nun die Aufgabe, immer gerade so viele Regellasten auf das Netz zu schalten, dass die gewünschte Frequenz (bzw. Turbinendrehzahl) eingehalten wird. Beim KLR-4 geschieht das, indem frequenzabhängig maximal 4 feste Regellasten sowie 1 bis 3 stufenlos gepulste Widerstände angesteuert werden. Der stufenlos geregelte Lastanteil ist dabei innerhalb der Hysterese der Feststufen aktiv (siehe Diagramm). Wird die Summe der stufenlosen Lastanteile grösser als eine einzelne Feststufe gewählt, so ist bei jeder Belastung innerhalb der Leistungsgrenze ein stabiler Betrieb ohne Frequenzpendelungen möglich.

Der Regler ist so konzipiert, dass er sowohl für einphasige 230V-Generatoren als auch für dreiphasige 400V-Generatoren mit Sternpunkt verwendet werden kann. In der Maximal-Ausführung können bis zu 22.5 kW Generatorleistung geregelt werden (4 x 4.5kW Feststufen plus 3 x 2kW stufenlos).

Der Regler besteht aus folgenden Baugruppen (siehe auch Verdrahtungsschema):

Trafo für Regelelektronik

Ein handelsüblicher Klingeltrafo mit eingebauter PTC-Sicherung dient zur Versorgung des Reglers. Dieser ist in einem Gehäuse für DIN-Scheinen-Montage untergebracht. Somit ist auf der Reglerplatine nur ungefährliche Kleinspannung vorhanden.

Reglermodul

Das Reglermodul beinhaltet eine auf Schnelligkeit optimierte Frequenzerfassung sowie einen P-Regler, dessen Sollwert (f) sowie Verstärkung (Gain) durch von aussen zugängliche Potentiometer eingestellt werden können. Die so gewonnene Steuerspannung, welche auch durch eine rote LED angezeigt wird, steuert die vier Schaltstufen sowie den Pulsbreitenmodulator für die stufenlosen Regellasten an. Im Diagramm ist ersichtlich, wie die Festlasten und der stufenlose Lastanteil in Abhängigkeit der Steuerspannung angesteuert werden. Mit den Ausgängen für die Feststufen können direkt Halbleiterrelais angesteuert werden. Der Reglerbaustein ist für die Montage auf DIN-Schiene vorgesehen.

Schalter für die Feststufen

Als Schalter für die Feststufen werden Halbleiter-Relais eingesetzt. Diese können ein- oder dreiphasig sein, je nach Anwendung. Standardmässig werden ein bis drei Relais-Module mit je 4 Relais auf einem Kühlkörper verwendet. Bei mehreren Modulen werden dabei die Relais auf der Ansteuerseite parallel geschaltet.

Stufenloser Leistungsteil

Der stufenlose Leistungsteil besteht im Prinzip aus einem mit ca. 2,6 kHz getakteten Widerstand. Dabei wird das Einschaltverhältnis je nach Aussteuerung von 0 bis 100% verändert. Dieser Teil wird immer mit 230V, also zwischen einer Phase und Nulleiter, betrieben. Da die als Schalter verwendeten MosFET's nur Gleichstrom schalten können, wird die anliegende Wechselspannung zunächst gleichgerichtet. Kondensatoren vor und nach dem Gleichrichter glätten die durch das Takten verursachten Spannungsschwankungen. Zudem hält ein Hochleistungsfilter allfällige HF-Störungen vom Netz fern. Da die eingesetzten Kondensatoren so klein sind, dass keine eigentliche Spitzenwert-Gleichrichtung vorliegt, liegt am Widerstand bei Vollaussteuerung praktisch die gleiche Effektivspannung an, wie bei einem direkten Anschluss ans Netz. Somit können als Lastwiderstände handelsübliche 230V-Elemente verwendet werden.

Die eingesetzten Kondensatoren bewirken eine kapazitive Blindleistung von etwa 260-500 Var je Regelteil (abhängig von der Aussteuerung). Diese ist im allgemeinen nicht unwillkommen zur Kompensation induktiver Lasten. Bei kondensatorerregten Asynchronmaschinen ist diese Blindleistung des Reglers bei der Dimensionierung der Erregerkondensatoren zu berücksichtigen, d.h. diese können entsprechend kleiner dimensioniert werden.

Die Ansteuerung der MosFET's erfolgt via Optokoppler, wobei die Leistungsstufe so ausgebildet ist, dass sie im nicht angesteuerten Zustand eingeschaltet ist. Dies bewirkt eine zusätzliche Sicherheit, indem bei einem Totalausfall des Reglers bzw. der Speisung der stufenlose Lastanteil zugeschaltet wird und damit die Turbine nicht ganz durchgehen kann. Werden mehrere stufenlose Regelteile benötigt (welche bei 3-Phasigen Systemen auf die verschiedenen Phasen aufgeteilt werden), so können bis zu drei solcher Teile durch Serieschalten der Optokoppler-LED's zusammen angesteuert werden.

Regeln für die Verwendung des KLR

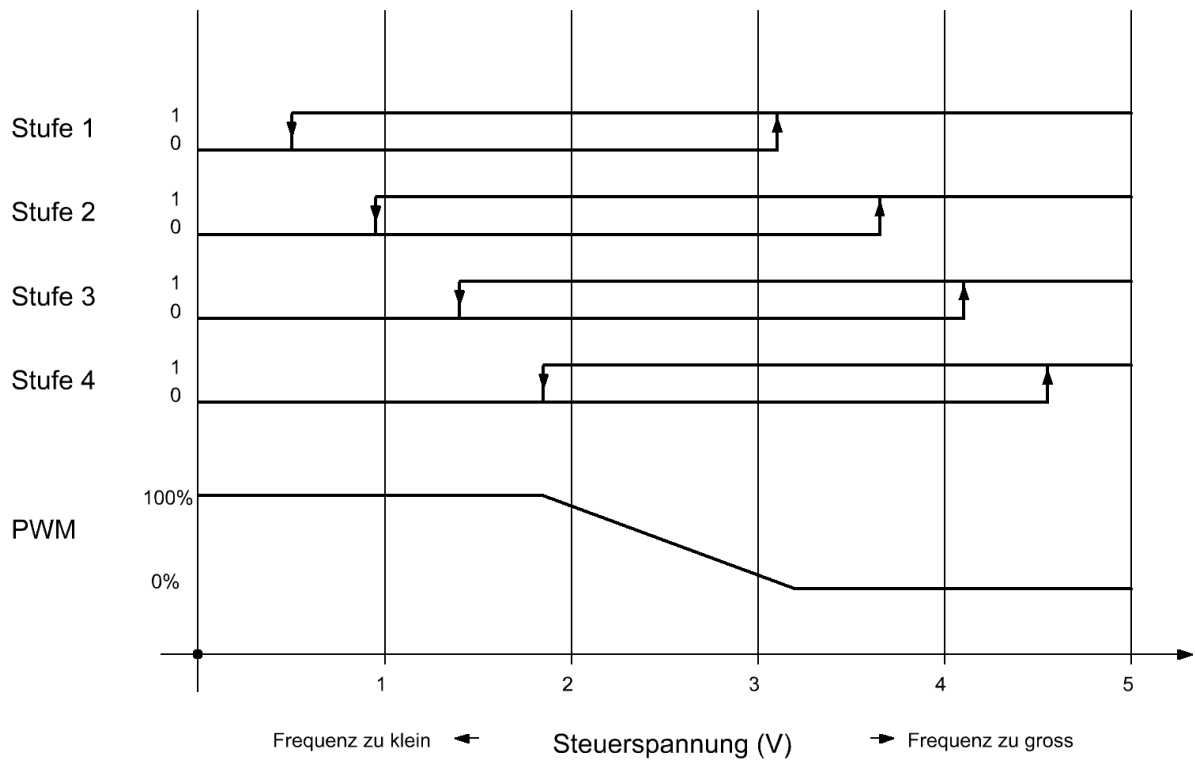
1. Das Speisegerät wird direkt an einer Phase des Generators angeschlossen, **ohne vorgeschaltete Sicherung!**
2. Alle Feststufen sowie die stufenlosen Leistungsteile werden über individuelle Sicherungsautomaten an die einzelnen Phasen angeschlossen. So fällt bei einem Kurzschluss in einem Lastwiderstand nur dieser Teil als Regellast weg. Dabei sollten wegen der kleinen Kurzschlussströme nur Sicherungsautomaten mit B-Kennlinie zum Einsatz kommen.
3. Um die Netzstörungen klein zu halten, sollte der stufenlose Lastanteil möglichst klein gewählt werden, was bedeutet, dass bei empfindlichen Verbrauchern auch bei kleinen Turbinenleistungen nicht auf die vier Feststufen verzichtet werden sollte.
4. Die Summe der stufenlosen Regellasten sollte 1,2 bis 1,5 mal grösser als eine einzelne Feststufe sein.
5. Die Summe sämtlicher Regellasten sollte 10 bis 20% über der maximal zu erwartenden Generator-Ausgangsleistung liegen (bei 230V).
6. Die Feststufen können bei dreiphasigen Netzen einphasig oder dreiphasig zugeschaltet werden. Letzteres ergibt kleinere Spannungsänderungen auf den einzelnen Phasen, verursacht jedoch einen erhöhtem Installationsaufwand.
7. Abgleich der Regelverstärkung: Die Regelverstärkung sollte grundsätzlich so gross wie möglich eingestellt werden. Träge Anlagen mit grosser Schwungmasse lassen eine grössere Verstärkung zu als kleine Turbinen ohne Schwungrad. Gut ist die Verstärkung dann eingestellt, wenn die Frequenz nach einer Laststörung nur einmal überschwingt.
8. Es wird unbedingt eine dem Regler nachgeschaltete Netzüberwachung empfohlen, welche die Netzspannung erst dann an die Verbraucher weitergibt, wenn sowohl Frequenz als auch Spannung während einiger Sekunden im Toleranzbereich liegen.
9. Die Leitungen zwischen stufenlosem Leistungsteil und zugehörigem Lastwiderstand sollte nicht in der Nähe empfindlicher Elektronikschaltungen verlegt werden (pulsierende Spannungen). Unter Umständen muss ein abgeschirmtes Kabel verwendet werden.

Technische Daten Reglerbaustein

Versorgungsspannung	: 12..18V AC
Stromaufnahme	: <30mA
Choppfrequenz für stufenlose Leistungsteile	: ca. 2600 Hz
Pull-down-Strom für Relais	: max. 1A dauernd je Stufe
Zeitkonstante der Frequenzerfassung	: ca. 20ms
Einstellbereich der Frequenz	: 40..68Hz
Einstellbereich der Regelverstärkung ($\Delta U_{st} = 5V$)	: 10Hz (min)..3,2Hz(max)

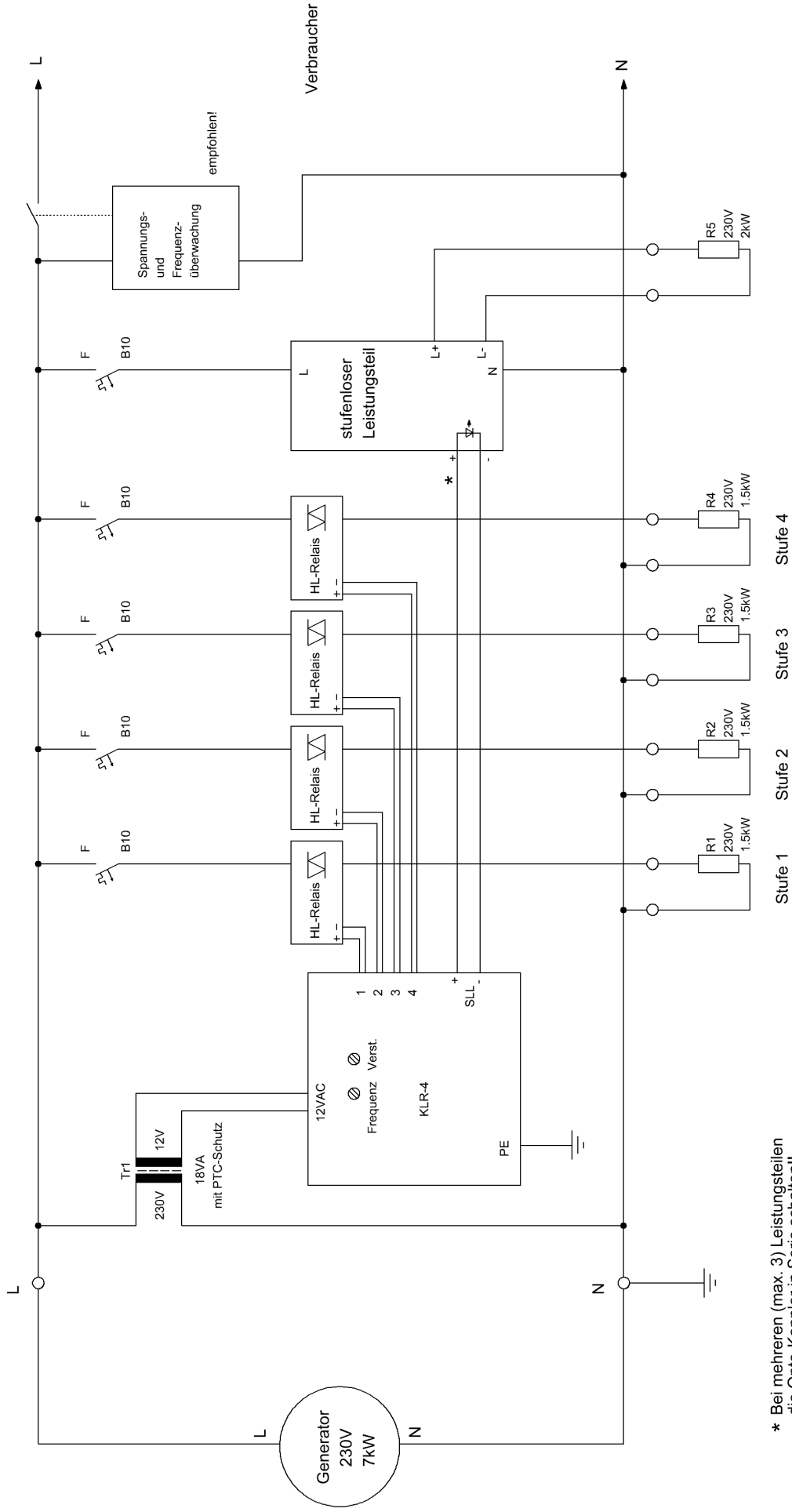
Technische Daten stufenloser Leistungsteil

Betriebsspannung	: 230V AC
Nennleistung pro Leistungsteil	: max. 2kW
min. Eingangsspannung für Funktion	: ca. 100V AC
max. Eingangsspannung dauernd	: 360V AC
Lastwiderstand	: typ. 22 Ω , minimal 19 Ω
max. Ausgangsstrom (kurzzeitig)	: 70A
nötiger Ansteuerstrom für Optokoppler	: 7..15mA



Verdrahtungsschema KLR-4 einphasig gezeichnet

Bie 3-phasigen Anlagen Stufen und Leistungsteile auf verschiedene Phasen verteilen!



* Bei mehreren (max. 3) Leistungsteilen die Opto-Koppler in Serie schalten!!