

DÜSEN-REGLER DR-3

Stand: 04/01/2011



Eigenschaften

- für die Frequenzregelung von Insel-Kleinkraftwerken nur über die Düse oder Strahlableiter
- Versorgung mit 230VAC einphasig ab Generator, ohne Batterie
- dank hoher Überspannungsfestigkeit auch für Generatoren ohne Spannungsregler
- Düsenverstellung mit 24V-Elektrozylinder
- dank dynamischer Strombegrenzung hervorragender Schutz von Elektronik und Mechanik
- einfachster Anschluss
- als OEM-Version zum Aufschnappen auf DIN-Schiene oder in Kasten eingebaut lieferbar

Technische Daten

Versorgungsspannung :	12V AC via 60VA-Trafo, Eigenverbrauch ca. 1W
Absicherung:	PTC-Sicherung und Varistor am Trafo-Eingang
Versorgungsspannung intern:	5V DC für Elektronik, 10V DC für Stellantrieb
Einstellbare Parameter:	f: Soll-Frequenz 38...62Hz V: Regelverstärkung 0...20 D: Vorhaltezeit (D-Anteil) 0..4s
Endstufe für Stellmotor:	dynamisch strombegrenzt auf typ. 3.6A während max. 1s
Aufbau:	Leiterplatte 140x100mm, zum Aufschnappen auf DIN-Schiene
Anschlüsse:	12V AC und Stellmotor je über 2 Federzugklemmen 2.5mm ²
empfohlener Stellantrieb:	SuperJack ID8-24-20-B-100-L (mit Kugelspindel)

Verwendungszweck

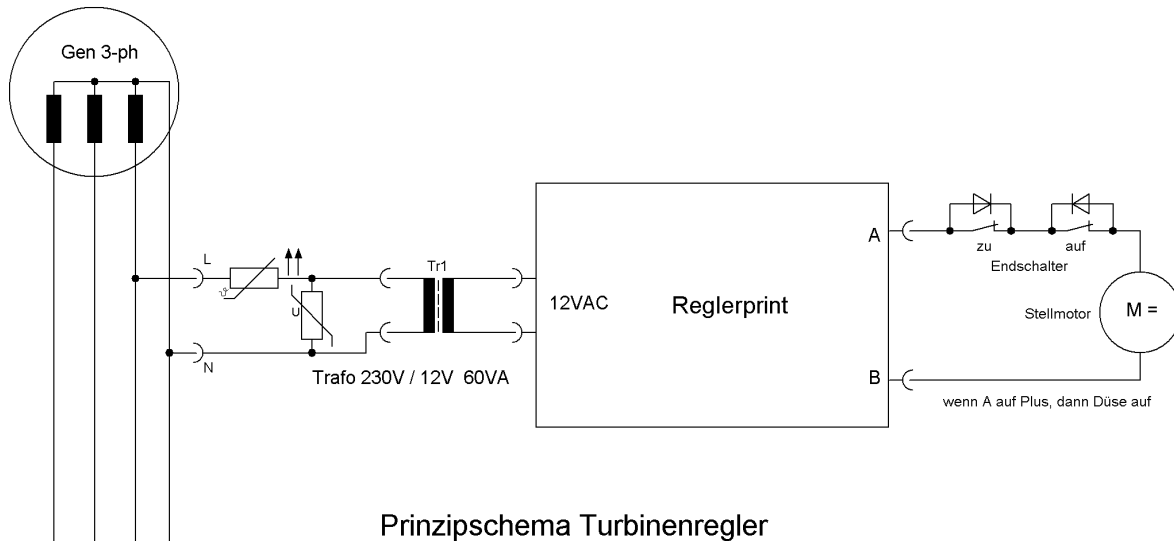
Der Düsenregler DR-3 dient der Frequenzregelung von Insel-Kleinkraftwerken rein über die Düse. Diese Regelung ist überall dort sinnvoll, wo mit dem Wasser haushälterisch umgegangen werden muss. Dabei braucht die Turbine wirklich nur so viel Wasser, wie gerade von der Last her benötigt wird. Es wird also keine überschüssige Energie vernichtet, wie etwa bei einem Konstantlastregler. Physikalisch bedingt ist diese Regelung aber recht schwierig zu handhaben, da die Wassersäule in der Druckleitung nicht beliebig schnell abgebremst bzw. beschleunigt werden kann. Deshalb ist ein vernünftiger Betrieb nur zusammen mit einem recht grossen Schwungrad realisierbar. Die Zeitkonstante der Turbine (d.h. die Zeit, welche es dauert, bis die unbelastete Turbine bei maximal geöffneter Düse aus dem Stillstand bis etwas über die Nenndrehzahl beschleunigt) sollte über 2 Sekunden liegen. Aber auch dann sind die Frequenzschwankungen bei Lastwechsel immer noch wesentlich grösser als bei Turbinen mit Konstantlastregler. Wird mit dem Regler statt der Düse ein Strahlablenker angesteuert, ist das Regelverhalten viel unkritischer.

Achtung: Insbesondere bei Generatoren ohne Spannungsregler muss in einem nur mit Düsenregler betriebenen Inselnetz immer mit massiven Überspannungen gerechnet werden! Die Spannung kann im Extremfall beinahe das doppelte der Nennspannung erreichen (dies immer verbunden mit einer entsprechend höheren Frequenz)! Diese Gegebenheit ist bei der Wahl der Verbraucher unbedingt zu berücksichtigen. Eventuell Spannungs-Überwachungsrelais einbauen, welches Spannung nur weitergibt, wenn sie im zulässigen Bereich ist.

Es kann daher keine Garantie für diesbezügliche Folgeschäden übernommen werden!

Funktionsweise

Die Frequenzerfassung erfolgt durch eine speziell auf Geschwindigkeit optimierte Frequenzmessung der Versorgungsspannung. Die schnelle Erfassung erleichtert die Stabilisierung des Regelkreises. Ein der Frequenzerfassung nachgeschaltetes PD-Glied fügt einen einstellbaren D-Anteil hinzu, was die Reglerstabilität zusätzlich fördert. Der D-Anteil bewirkt, dass bei beschleunigender Turbine die Düse bereits vor dem Erreichen der Soll-Drehzahl zugefahren wird. Im nachfolgenden Regler wird die mit dem D-Anteil modifizierte Ist-Frequenz mit dem einstellbaren Sollwert verglichen. Die Differenz wird mit der ebenfalls einstellbaren Verstärkung multipliziert und an einen bipolaren Pulsweitenmodulator weitergeleitet. Dieser taktet über die Endstufen den Stellmotor je nach Regelabweichung mehr oder weniger schnell auf oder zu. Die Endstufen begrenzen dabei den Motorstrom auf typisch 3.6A, wodurch die Schubkraft beim empfohlenen Stellantrieb auf etwa 1800N begrenzt wird. Läuft der Antrieb gegen einen Anschlag, so wird der Motor nach etwa einer Sekunde Betrieb in der Strombegrenzung abgestellt. Dadurch wird eine übermässige Erwärmung des Motors und der Endstufe verhindert. Die Speisung des Stellantriebs erfolgt spannungsgeregelt mit ca. 10V, unabhängig von der momentanen Generatorspannung. Zusammen mit dem empfohlenen Antrieb ergibt das eine vernünftige Stellgeschwindigkeit für eine direkte Betätigung der Düse ohne Hebel.



Anschluss

Die Versorgung erfolgt durch einen via Schutzschaltung vom Generator-Ausgang gespeisten 60VA-Trafo, welcher eine Nenn-Ausgangsspannung von 12VAC aufweist. Somit ist auf der Reglerplatine nur ungefährliche Kleinspannung vorhanden.

Der Stellmotor wird an den beiden Ausgangsklemmen A und B angeschlossen, wobei die Polarität so zu wählen ist, dass bei + an der Klemme A der Antrieb die Düse öffnet. Macht die Düse während dem Hochfahren zu noch während die grüne "auf"-LED leuchtet, so ist der Stellmotor falsch angeschlossen und die Polarität muss getauscht werden. Es ist empfehlenswert, beim Elektrozyylinder eine Abzweigdose vorzusehen, in welcher die beiden Anschlusskabel mittels leicht lösbarer Klemmen (z.B. WAGO 222) an die Zuleitung angeschlossen werden. So kann nach Lösen der Anschlussdrähte mit Hilfe einer kleinen Batterie (z.B. Akku einer Bohrmaschine) der Zylinder bewegt werden.

Bei der Montage des Elektrozyinders ist grösstmögliche Spielfreiheit anzustreben. Eine gewisse Elastizität im Bereich von etwa 500 bis 1000 N/mm ist dagegen wünschenswert, damit der Spindeltrieb sich bei versehentlichem Auflaufen auf einen Anschlag nicht allzu sehr verspannt.

Beim empfohlenen Super-Jack-Antrieb müssen die internen Endschalter so eingestellt werden, dass im Normalfall der Strom unterbrochen wird, bevor der Antrieb mit voller Kraft gegen einen Anschlag drückt. Dies vor allem deshalb, weil dieser Antrieb bei starker Verspannung in der Gegenrichtung so schwer anläuft, dass er infolge der Strombegrenzung unter Umständen gar nicht mehr losbricht.

Hydraulisch muss vor der Düse ein von Hand betätigbarer Schieber eingefügt sein. Über diesen wird die Turbine gestartet oder gestoppt. Während dem Auslaufen der Turbine wird dabei die Düse durch den Regler jeweils ganz geöffnet, so dass die Turbine bereit ist für den nächsten Start.

Inbetriebnahme und Abgleich

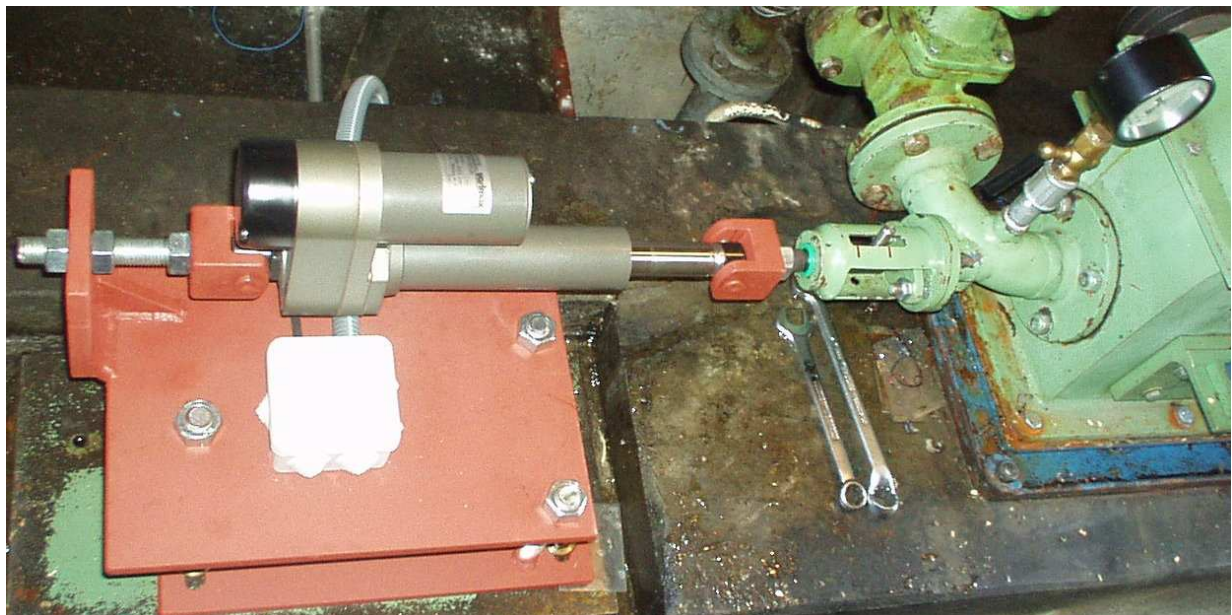
Vor der Inbetriebnahme der Anlage sind die Endschalter richtig einzustellen (siehe dazu auch die Anleitung des Stellantriebes). Da beim Super-Jack-Stellantrieb der Endschalter in der ausgefahrenen Position nicht beliebig fein eingestellt werden kann, empfiehlt es sich, bei der Montage des Antriebs eine feine Positioniermöglichkeit vorzusehen (z.B. mittels Gewindestangen). Der Endschalter wird zunächst grob eingestellt und der Antrieb mittels Batterie soweit ausgefahren, bis der Endschalter abstellt. Danach kann mit der Feineinstellung die Düsenadel so eingestellt werden, dass sie gerade geschlossen ist (ohne den Kegel in die Düse zu pressen).

Werkseitig ist der Regler auf eine Frequenz von 50Hz und einigermaßen vernünftige Werte für die Verstärkung und den D-Anteil voreingestellt (Potis jeweils etwa in der Mitte). Vor dem ersten Start der Turbine muss die Düse mindestens teilweise offen sein (eventuell mit Hilfe einer Batterie die Düse etwas öffnen).

Der D-Anteil wird optimal auf die Zeitkonstante der Turbinenanlage eingestellt. Bei sehr trägen Anlagen mit grossem Schwungrad kann er eher gegen den Maximalwert von 4s (ganz nach rechts) eingestellt werden, bei kleinerem Schwungrad auf etwa 2s (Mitte)

Um die Verstärkung einzustellen, muss die Turbine gestartet werden. Dann wird eine Last von etwa 10-20% der Ausgangsleistung (z.B. ein Haarföhn) immer wieder zu und weggeschaltet. Die Verstärkung wird nun so eingestellt, dass nach jedem Lastsprung möglichst rasch wieder die ursprüngliche Frequenz erreicht wird. Ist die Verstärkung zu gross eingestellt, so kann es zum Schwingen kommen, d.h. die Frequenz pendelt ständig auf und ab. Ist die Verstärkung zu klein gewählt, geht es allzu lange, bis die eingestellte Frequenz wieder erreicht wird. Eventuell muss der Vorgang mit unterschiedlichen D-Anteilen wiederholt werden, bis die optimale Einstellung gefunden ist.

Bei langen Druckleitungen kann es zudem vorkommen, dass bei zu grosser Regelverstärkung die ganze Wassersäule mit ihrer Eigenfrequenz zu schwingen beginnt. Man erkennt das daran, dass die Druckschwingungen nach einem Lastsprung nicht abklingen sondern weiter zunehmen. Hier hilft nur eine Reduktion der Regelverstärkung, auch wenn dadurch die Frequenzschwankungen grösser werden.



Stellantrieb an Düse angebaut



Regler im Kasten neben dem Schaltschrank