

Schaltungen zur Nachführung von Kollektoren und Solarzellenträgern

Vorgestellt von Volker Heinzl und Joachim Schröder

Die Nachführung von Solarkollektoren oder Solarzellenträgern erhöht bekanntlich deren Energieeintrag. Um diesen Vorteil auch bei Kleinanlagen nutzen zu können, werden im folgenden preiswerte Schaltungen für Nachführregelungen beschrieben. Sie wurden von den Autoren entwickelt und praktisch erprobt.

Der prinzipielle Aufbau dieser Schaltungen (Bild 1) besteht aus zwei Photowiderständen, die auf einer nachzuführenden Kollektorträgerfläche montiert sind. Rohrblenden über den LDR's sorgen für einen richtungsabhängigen Lichteinfall, der über eine Komparator-schaltung ausgewertet wird und zur Steuerung des Nachführantriebes dient. Für den Nachführantrieb selbst können Gleichstrommotoren oder Synchronmotoren verwendet werden. Als Anschlußspannungen für Gleichstrommotoren sind 12 V Batteriespannung oder 220 V Netzspannung transformiert und gleichgerichtet vorgesehen. Für die elektronische Nachführregelung werden eine Grund- und eine Standardschaltung vorgestellt. Zur zweiachsigen

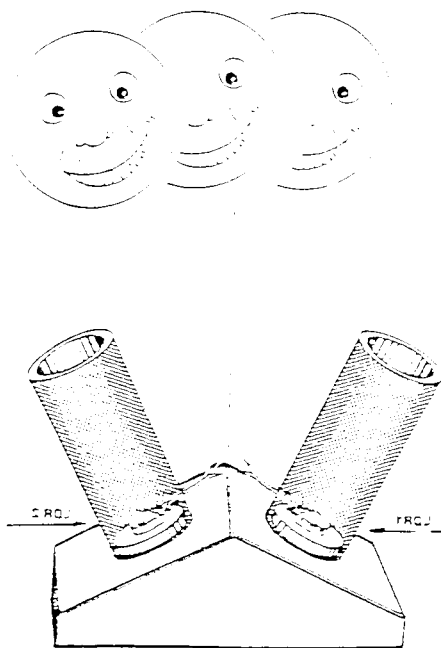


Bild 1. Auf den Kollektoren zu montierende LDR's mit Rohrblenden

Nachführung sind zwei gleichartige, aber unabhängige Steuerungen und Antriebe erforderlich.

Grundschialtung

Den Aufbau der Grundschialtung zeigt Bild 2. Der Vorteil dieser Schaltung ist, daß sie einfach im Aufbau, in der Arbeitsweise überschaubar und in der Ausführung preisgünstig ist. Nachteilig ist ihre zu große Empfindlichkeit bei kurzzeitigen Einstrahlungsänderungen. Die Arbeitsweise im einzelnen: Über eine Komparatorschaltung wird die Einstrahlung auf die beiden Photowiderstände LDR1 und LDR2 verglichen. Bei einer Abweichung nach geändertem Sonnenstand startet der Nachführmotor M, bedingt durch eine Spannungsänderung am Knoten A. Letzteres führt an den Ausgängen der IC's A1 und A2 zu Spannungspotentialen, mit denen die Transistoren T1 bis T4 geschaltet werden, um den Nachführmotor M in die gewünschte Richtung zu drehen. Die Dioden D1 bis D4 bauen Spannungsspitzen beim Abschalten des Motors ab.

Durch die beiden Potentiometer P1 und P2 (Bild 2) oder die Ausrichtung der Photowiderstände (Bild 1) wird die Nachführung mehr oder weniger empfindlich eingestellt. Je feiner die Einstellung, um so kleiner wird die Nachführtoleranz, aber um so häufiger sprechen die Nachführmotoren an. Kurzzeitige Reflektionen an Wolken oder kurze Abschattungen durch Bewegungen in der Nähe der Photowiderstände können dann Einschaltsignale bewirken.

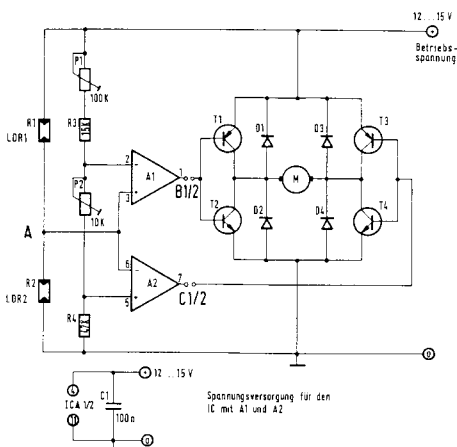


Bild 2. Grundschialtung zur Bestimmung der Einstrahlungsrichtung und zur Steuerung eines Gleichstrommotors. Die Verzögerungsschaltung in Bild 3 wird jeweils an den Trennstellen B 1/2 und C 1/2 eingefügt. Die Spannungsversorgung für den Mehrfach-Operationsverstärker mit A1 und A2 ist separat gezeichnet.

Photowiderstände	LDR1, LDR2	LDR03
Operationsverstärker	(A1 + A2)	LM324 N
Spindel-		
Trimpotentiometer	P1	100 kΩ
	P2	10 kΩ
Widerstände	R3	15 kΩ
	R4	47 kΩ
Schichtkondensator	C1	MKT (100 V)
PNP-Transistoren	T1, T3	BD 441
NPN-Transistoren	T2, T4	BD 442
Dioden	D1, D2, D3, D4	1 N 4007

Dr. Volker Heinzl und Joachim Schröder sind Mitarbeiter am Institut für Reaktorentwicklung des Kernforschungszentrums Karlsruhe, Postfach 3640, 7500 Karlsruhe 1.

Verzögerungs-Standard-schialtung

Der zuvor beschriebene Nachteil der Grundschialtung (hohe Empfindlichkeit) wird in der Standardschialtung durch den Einbau einer Verzögerungsschaltung (Bild 3) an den Stellen B 1/2 und C 1/2 der Grundschialtung (Bild 2) beseitigt. Die Verzögerungsschaltungen enthalten jeweils einen Integrator (A3 bzw. A5) und einen Komparator (A4 bzw. A6). Das Zeitverzögerungsglied mit dem Integrator bewirkt dabei, daß die von den LDR's über die Komparatoren A1 bzw. A2 verursachten Einschalt-signale an die Komparatoren A4 und A6 mit einem Zeitversatz von etwa 5 s abgegeben werden. Das Abschalten bleibt unbeeinflusst, es geschieht ebenso prompt wie bei der Grundschialtung.

Antriebsmotoren

Wenn nur ein Kollektor oder Kollektoren mit einer gemeinsamen Achse nachgeführt werden sollen, genügt die beschriebene Nachführregelung; es bieten sich Gleichstrommotoren vom Modellbau oder Scheibenwischermotoren an. Sollen dagegen mehrere Kollektoren mit nur einer Nachführregelung betrieben werden und steht 220 V Wechselspannung als Stromquelle zur Verfügung, so können Synchronmotoren verwendet werden. Diese folgen synchron der Netzfrequenz, ihr Verhalten ist ähnlich dem Verhalten von teuren Schrittmotoren.

Anschluß und Steuerung der Drehrichtung eines 2poligen Synchronmo-

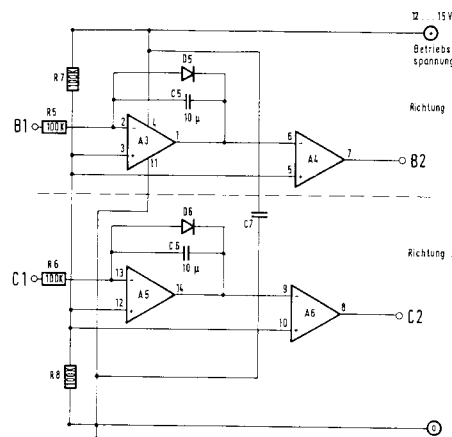


Bild 3. Verzögerungsschialtung, jeweils für beide Drehrichtungen, einzufügen an den in Abbildungen 2 und 4 gezeigten Trennstellen B und C.

Operationsverstärker	(A3, A4, A5, A6)	LM324 M
Dioden	D5, D6	1 N 4007
Widerstände	R5, R6, R7, R8	100 kΩ
Kondensator	C5, C6,	MKT (63 V)
		10 μF
	C7	MKT (100 V)
		0,1 μF

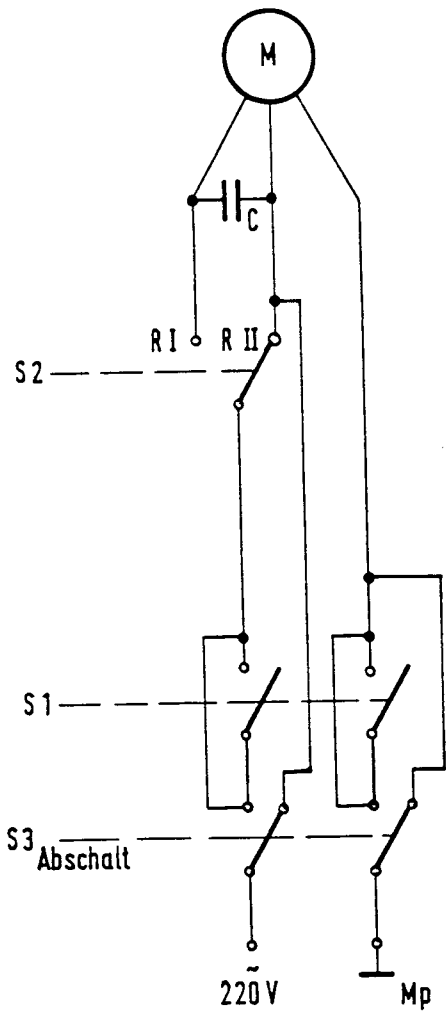


Bild 4. Relaisanordnung zur Richtungssteuerung eines Synchronmotors (220 V, 2polig)

tors werden in Bild 4 gezeigt. Der Dreh-sinn wird dabei durch die entsprechende Belegung von R_I bzw. R_{II} mit Spannung und mit Hilfe des dem Motor vorgeschalteten Betriebskondensators bewirkt. Dieser ist gemäß den Angaben des Motorherstellers auszulegen. Die Relais zur Motorsteuerung S1 und S2 (Bild 4) sind so angeordnet, daß jeweils nur eine Drehrichtung einschaltbar ist. Die Ansteuerung der Relais S1 und S2 geschieht über die Transistoren T1 und T2, wie in Bild 5 gezeigt. Sie ersetzt die Grundschialtung von Bild 2, auch hier werden also die Transistoren T1 und T3 über die Komparatoren geschaltet und die Verzögerungsschaltung kann an den Stellen B 1/2 und C 1/2 eingefügt werden. – Ein drittes vorgeschaltetes Relais S3 (Bild 4) überbrückt die Nach-führrelais S1 und S2 und fährt die Kollektoren in eine Endstellung zur Sicherung z. B. gegen Übertemperatur oder zur Nachtabschaltung.

LDR's und ihre Anordnung

Alle Schaltsignale basieren auf der unterschiedlichen Einstrahlung auf die LDR's nach einer Veränderung des Sonnenstandes. Dies wird erreicht durch die Anordnung der LDR's im Winkel (Bild 1) zueinander oder durch blenden- bzw. schattenwerfende Abdeckungen. Handelsübliche CdS-Photowider-

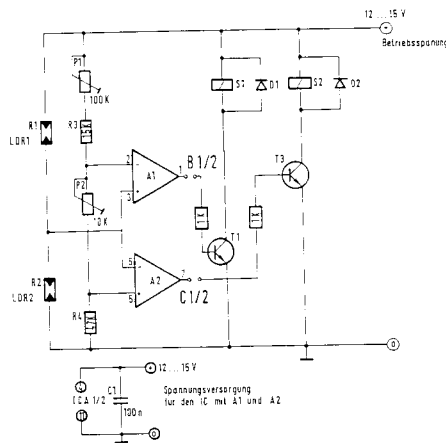


Bild 5. Steuerung der Schaltrelais für einen 220-V-Synchronmotor

Kartenschalter	S1, S2	
(identisch mit S1 und S2 in Bild 4)		
Transistor	T1, T3	BD 441
Dioden	D1, D2	N 4007
Widerstände	R9, 10	1 kΩ

stände dürfen eine Grenztemperatur von + 85°C nicht überschreiten. Außerdem steigt bei einigen Typen der Widerstand mit der Temperatur. Eine Erwärmung durch die Sonneneinstrahlung oder durch den Stromfluß führt dann zu einer Umkehr des LDR-Signals und zu einer Kollektorbewegung entgegen der gewünschten Nachführrichtung. Feste Vorwiderstände zur Strombegrenzung müßten jedoch so groß sein, daß der lichtabhängige Anteil der LDR's am Gesamtwiderstand einen zu geringen Signalwert liefern würde. Die Leistungs-begrenzung muß deshalb von der optischen Seite her vorgenommen werden. Blenden allein, die den Lichteinfall auf die Fläche der LDR's ausreichend reduzieren, scheiden wegen der stark unterschiedlichen Empfindlichkeit über die Empfangsfläche hinweg aus. Dagegen reduzieren Farbfilter, insbesondere Blaufilter, die Einstrahlung in ge-

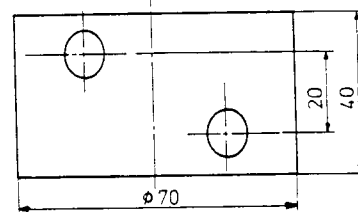
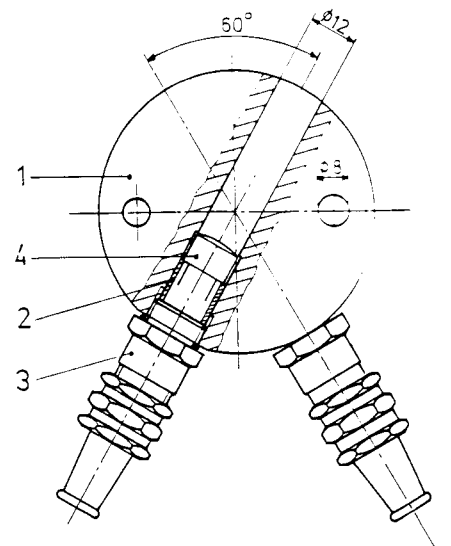


Bild 6. Gehäuse zur Aufnahme der LDR's (Pos. 4) und zur Befestigung an den Kollektoren bzw. Solarzellenträgern

wünschtem Umfang. Bewährt haben sich handelsübliche Klebefolien, wie sie zum Auslegen von Farbgraphiken verwendet werden.

Bild 6 zeigt das Gehäuse zur Aufnahme der LDR's, das auf dem Kollektor zu befestigen ist. Alle Bauteile für die vorgestellten Schaltungen sind im Elektronikhandel erhältlich (Grundschialtung, zwei Verzögerungsglieder und Netzteil zusammen rund 60,- DM). Weitere Informationen können von den Autoren bezogen werden.

Tendenzen in Energiewirtschaft und Energietechnik

Die 3. Jahrestagung der VDI-Gesellschaft Energietechnik (VDI-GET) stand Ende Februar in Darmstadt unter dem Thema „Entwicklungstendenzen von Energiewirtschaft und Energietechnik“. Durch die starken Preiseinbrüche auf dem Erdölsektor sei der gesamte Energiemarkt in Bewegung geraten. Die strengen Grenzwerte für Schadstoffemissionen erforderten erhebliche Investitionen im Umweltbereich und würden die Energiepreise deutlich in die Höhe treiben. Vor diesem Hintergrund wurde in Teilveranstaltungen auf die verschiedenen Aspekte im Energiebereich eingegangen. Kurz das Wichtigste:

In der Bundesrepublik gelten die weltweit schärfsten Begrenzungen für Emissionen von SO₂ und NO_x aus Großfeuerungsanlagen. Sie können nur durch Sekundärmaßnahmen – also Rauchgasreinigung – weitgehend eingehalten werden. Die hierfür notwendigen Anlagen wurden in den letzten Jahren fast überstürzt entwickelt. Die Ausdehnung der Auflagen auf Feuerungsanlagen

mittlerer Leistung dürfte bei der mittleren und kleineren Industrie wirtschaftliche Probleme hervorrufen.

Nachdem der Endenergieeinsatz in der Industrie 1973/74 mit 96 Mill. t Steinkohleeinheiten (SKE) seinen Höchststand erreicht hatte und seitdem trotz Produktionssteigerung rückläufig war, ist dennoch in der energieintensiven Industrie der Anteil der Energiekosten an den Produktionskosten zum Teil auf über 30 % angestiegen. Durch die in der Bundesrepublik bedeutend höher liegenden Strompreise als in anderen europäischen Ländern und die neuen Umweltschutzmaßnahmen werden weitere Kosten entstehen.

Die rasante Entwicklung der Mikroelektronik in den letzten zehn Jahren hat es ermöglicht, die leittechnischen Aufgabenstellungen für energietechnische Anlagen immer besser zu lösen. Der Einsatz des Mikroprozessors in Verbindung mit Bussystemen und Bildschirmen kennzeichnet heute viele leittechnische Gerätesysteme.