

Für 12-V-Motoren:

Drehzahlregelung und Blockierschutz

Die kleinen, handlichen Werkzeugmaschinen mit 12-V-Stromversorgung sind immer häufiger auch im Hobby-Labor anzutreffen. Noch vielseitiger verwendbar werden diese Motoren mit einer kleinen Zusatzelektronik.

Kleine hochtourige 12-V-Bohrmaschinen gehören mittlerweile zur Standardausrüstung jeder Werkstatt und jeden Labors. Der Anwendungsbereich dieser Maschinen für die Platinenbearbeitung läßt sich beträchtlich erweitern, wenn die Drehzahl in einem großen Bereich einstellbar ist. Mit einem normalen, regelbaren Netzgerät nimmt mit der Drehzahl auch das Drehmoment des Motors ab.

Die hier beschriebene Schaltung erlaubt die Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors über einen extrem großen Bereich; die Drehzahl bleibt auch im untersten Bereich lastunabhängig. Eine Motorstrombegrenzung verhindert Schäden an Motor und

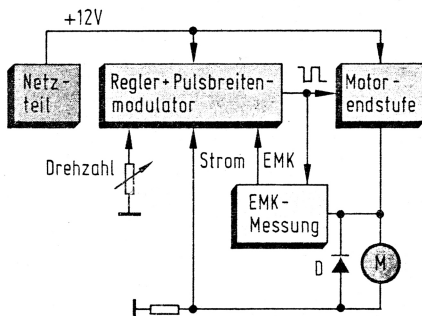
Netzgerät bei Überlastung. Das Stellglied ist als Schaltregler ausgeführt, was speziell bei Bohrarbeiten mit niedriger Drehzahl und hohem Drehmoment die Verlustleistung im Stellglied verringert. Das Mustergerät wurde für einen Bühler-Motor Typ 13.40.11 entwickelt, ist aber, wie Versuche zeigten, für jeden anderen 12-V-Motor mit maximal 4 A Stromaufnahme geeignet.

Die Wirkungsweise der Schaltung geht aus der Blockschaltung (Bild 1) hervor: Der Motor wird mit einer

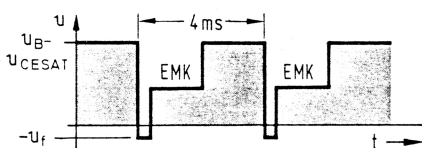
Rechteckspannung gespeist, deren Tastverhältnis variabel ist. In den Tastpausen kann nach Abklingen des Induktionsstromes die EMK des Motors (= Leerlaufspannung im Generatorbetrieb) gemessen und als drehzahlproportionaler Istwert dem Regler zugeführt werden. Der Regler steuert über den Pulsbreitenmodulator die Motorendstufe so an, daß die EMK des Motors und damit die Drehzahl unabhängig von der Belastung konstant bleibt. Damit der Motor bei längerem Blockieren nicht beschädigt wird, ist eine einstellbare Strombegrenzung vorgesehen.

Der Spannungsverlauf am Motor verdeutlicht nochmals die Arbeitsweise der Schaltung (Bild 2). Während der Ein-Phase der Endstufe liegt praktisch die Ausgangsspannung des Netzgleichrichters am Motor. Nach dem Sperren der Endstufe sinkt die Ankerspannung (bedingt durch die Induktivität des Motors) so weit ab, bis bei $-U_f$ die Freilaufdiode D leitend wird und die gespeicherte Energie abgebaut ist. Danach steigt die Ankerspannung auf die durch Drehzahl und Motordaten vorgegebene EMK an. Diese Spannung wird abgetastet und zur Regelung verwendet.

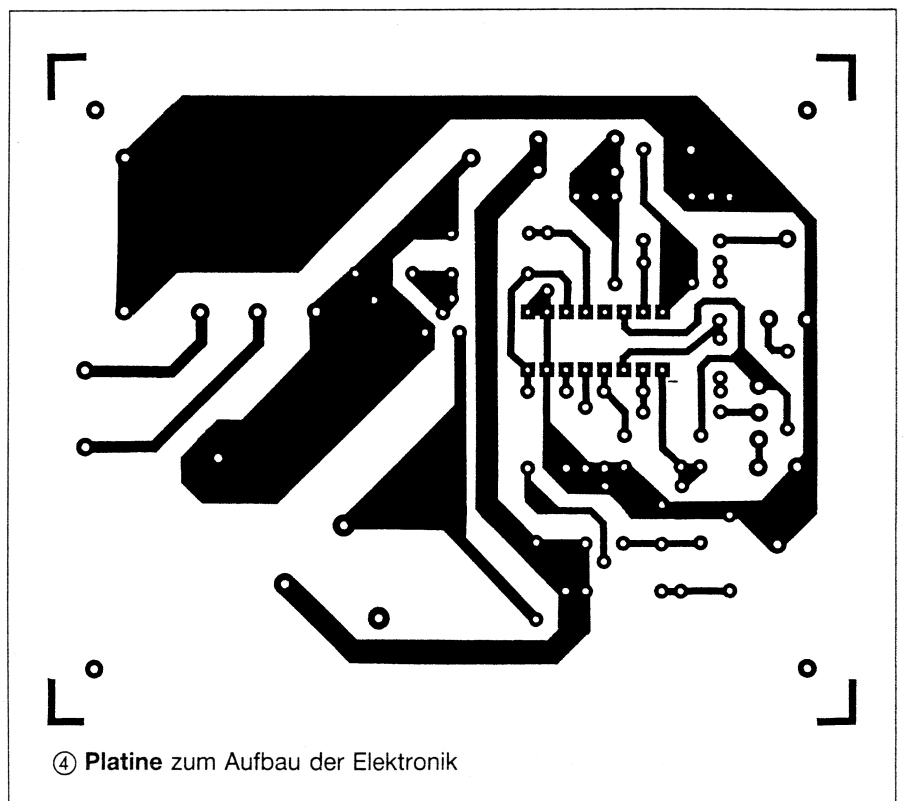
Da die Schaltfrequenz niedrig ist (250 Hz), sind die Schaltverluste mit einfachen Mitteln klein zu halten; es



① Blockschaltbild für eine Gleichstrommotor-Steuerung mit Drehzahlregelung und einstellbarem Blockierschutz



② Spannungsdiagramm am Motor bei Pulsbreitensteuerung



④ Platine zum Aufbau der Elektronik

entstehen praktisch keine Funkstörungen. Allerdings produzieren manche Motoren bei Pulsansteuerung hörbare Summtöne. Dieser Schönheitsfehler hat aber keinen Einfluß auf die Motorlebensdauer.

Ein IC für alle Funktionen

Ein Trafo (12V/35VA) mit Brückengleichrichter und Ladeelko liefert die Speisespannung für das Gerät. Die ge-

samte Steuerschaltung mit Taktgenerator, Pulsbreitenmodulator, zwei Operationsverstärkern und der Spannungsreferenz ist in dem IC TL 494 zusammengefaßt (Bild 3).

Dieser für Schaltnetzteile entwickelte Baustein wird hier mit einer Taktfrequenz von 250 Hz betrieben. Sie ist festgelegt durch die Bauteile an Pin 5 und Pin 6. Obwohl die minimale Oszillatorfrequenz des TL 494 mit 1 kHz spezifiziert ist, arbeitet die Schaltung auch noch bei 250 Hz einwandfrei. Der Open-Collector-Ausgang (Pin 8 und

11) treibt die Motorschaltstufe, bestehend aus einem BC 328 und einem 2N 3055. Der 2N 3055 braucht einen kleinen Kühlkörper, um die Schaltverluste von etwa 5 W abzuführen.

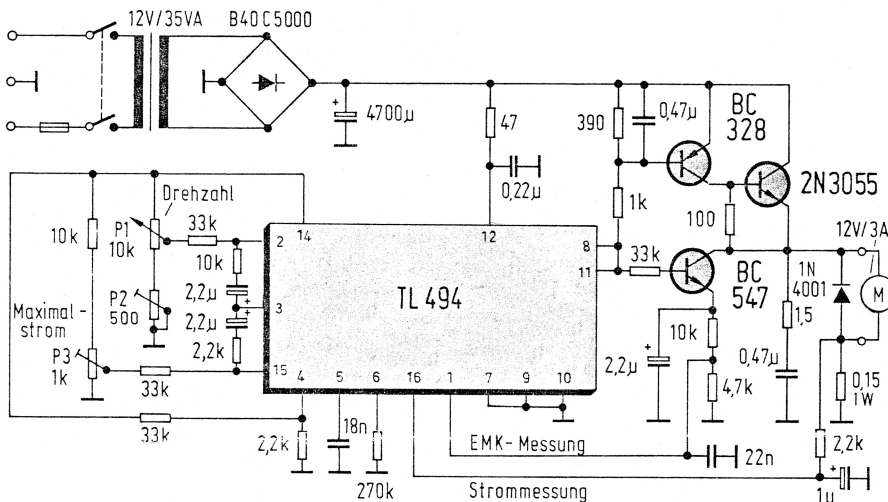
Der Kondensator an der Basis des BC 328 und das RC-Glied vom Kollektor des 2N 3055 nach Masse unterdrücken wilde Schwingungen, die mit der induktiven Last des Motors auftreten können. Parallel zum Motor liegt die Freilaufdiode D. Als Abtasthalteglied zur EMK-Messung dient der BC 547 mit den umliegenden Bauteilen. Die heruntergeteilte EMK-Meßspannung liegt am Pin 1 des TL 494, ein kleiner Kondensator schließt Impulseinstreuungen kurz.

Der Drehzahl Sollwert wird von der internen 5-V-Referenz (Pin 14) des TL 494 abgeleitet und dem Sollwerteingang (Pin 2) zugeführt. Das RC-Glied zwischen Pin 2 und Pin 3 beschaltet den integrierten Operationsverstärker als PI-Regler. Damit zur EMK-Messung genügend Zeit bleibt, wurde die Mindestastlücke des TL 494 mit einer Vorspannung an Pin 4 vergrößert.

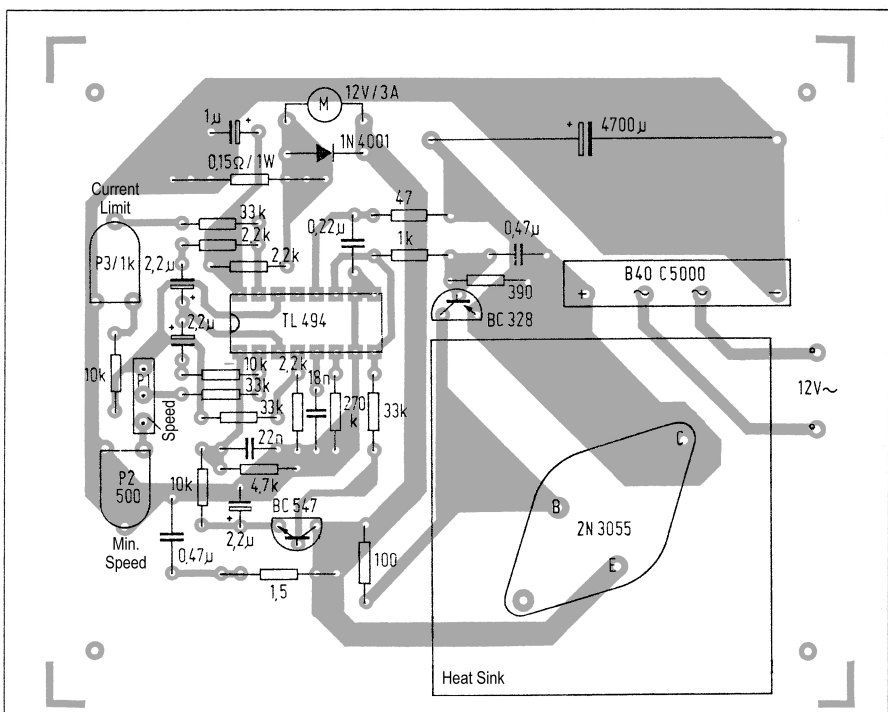
Der Motorstrom wird mit einem 0,15-Ω-Widerstand gemessen und nach Glättung mit einem RC-Glied dem zweiten Operationsverstärker im TL 494 (Pin 16) zugeführt. Der Sollwert kann mit einem Trimpoti an den Motor angepaßt werden. Das Regelverhalten im Konstantstrombetrieb wird mit dem RC-Glied von Pin 3 nach Pin 15 festgelegt.

Die Schaltung kann auf einer Lochrasterplatte oder einer Platine (Bild 4 und 5) aufgebaut werden. Nach dem Einschalten ist die Taktfrequenz an Pin 5 (250 Hz) zu kontrollieren und der Motorstromeinsteller auf Mitte zu drehen. Wenn ein Motor angeschlossen ist, muß sich seine Drehzahl von Null bis zum Maximalwert einstellen lassen; sie muß auch bei Laständerungen stabil bleiben.

Die Minimaldrehzahl, bei der der Motor ruckfrei läuft, kann mit dem 500-Ω-Poti eingestellt werden. Abschließend kann bei blockiertem Motor die maximale Stromaufnahme auf den gewünschten Wert eingestellt werden. Am einfachsten mißt man dazu den Spannungsabfall am 0,15-Ω-Strommeßwiderstand. Jochen Jirmann



③ Gesamtschaltung mit den Funktionen: Drehzahlregelung, einstellbarer Minimaldrehzahl und Blockierschutz



⑤ Bestückungsplan. Es muß nur eine Wechselspannung von 12 V mit 3 A Belastbarkeit angeschlossen werden

Stichworte zum Inhalt

Drehzahlregelung, Minimaldrehzahl, Blockierschutz für Bohrmaschinen.