

Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000



Das ELV-Schrittmotoren-Interface SMS 7000 ermöglicht die gleichzeitige Ansteuerung von vier unabhängigen Schrittmotoren, das Schalten über zwei Hochstromrelais sowie das Abfragen von vier Endschaltern. Der Anschluß dieses universellen Interface erfolgt über die 8-Bit-Parallelschnittstelle eines IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computers.

Allgemeines

Schrittmotoren sind Antriebsaggregate, die im Gegensatz zu Gleich- oder Wechselstrommotoren eine recht komplizierte Ansteuerung benötigen. Der große Vorteil liegt jedoch in der exakten Steuerbarkeit, die keiner Rückführung (Weglängenmessung) bedarf. Für den Einsatz von Schrittmotoren als Steuer-, Stellglieder oder Antriebsaggregate sprechen viele Gründe.

Durch direktes Verarbeiten digitaler Steuerbefehle wird ein sehr gutes Positionsverhalten ermöglicht. Der große Drehzahlbereich, das hohe Haltemoment bei Stillstand des Läufers, die kurzen Start- und Stopzeiten, die hohe technische Zuverlässigkeit in Verbindung mit langer Lebensdauer und Wartungsfreiheit der Schrittmotoren ermöglichen einen vielseitigen Einsatz. Für unterschiedliche Anforderungen werden Motore mit einem breiten Leistungsspektrum angeboten.

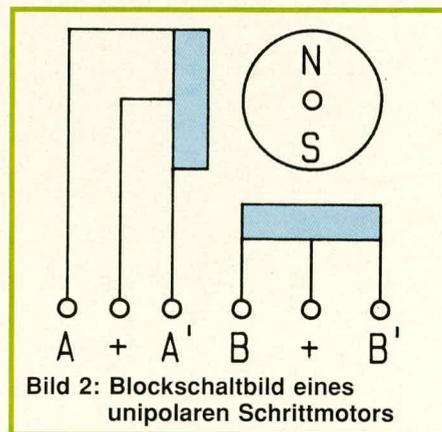
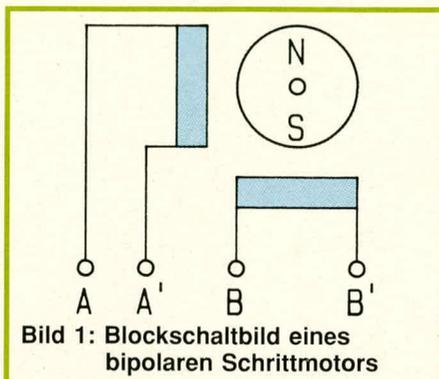
Überall, wo eine punktgenaue und reproduzierbare Ansteuerung von mechanischen Teilen erforderlich ist, bietet sich der Einsatz von Schrittmotoren an. Typische Anwendungen hierfür sind u. a. Werkzeugmaschinen, Roboter, Plotter, Drucker, Schreibmaschinen usw.

Zwei Arten von Schrittmotoren

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen zwei Arten von Schrittmotoren. Bipolare (Vierstrang-)Motoren weisen ein hohes Drehmoment auf, dabei der Ansteuerung alle Wicklungen bestromt werden. Ein weiterer Vorteil liegt in dem guten Wirkungsgrad. Dagegen ist die Ansteuerung dieses Motortyps besonders aufwendig.

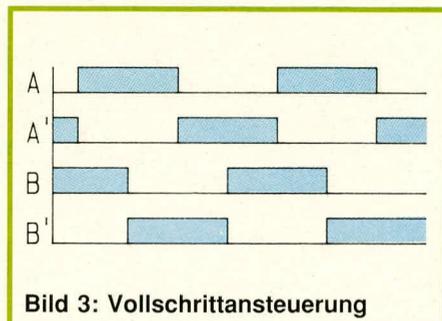
Der Unipolar- (Sechsstrang-) Motor bietet den Vorteil einer einfacheren Ansteuerung im Gegensatz zum bipolaren Motor.

In Abbildung 1 ist das vereinfachte Blockschaltbild eines bipolaren Schrittmotors und in Abbildung 2 eines unipolaren Schrittmotors dargestellt.



Zwei verschiedene Betriebsarten

Schrittmotoren können in zwei verschiedenen Betriebsarten angesteuert werden. Am einfachsten ist der Vollschrittbetrieb



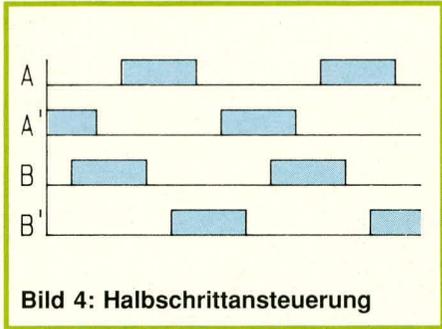


Bild 4: Halbschrittansteuerung

zu handhaben. In dieser Betriebsart ist ein recht großes Dreh- bzw. Haltemoment erreichbar. Abbildung 3 zeigt die entsprechende Ansteuerung der Wicklungen (Vollschrittmodus). Die Auflösung des Drehbereiches ist, wie der Name schon sagt, auf volle Schritte begrenzt.

Daneben besteht die Möglichkeit, Schrittmotoren mit einer Halbschrittansteuerung zu betreiben. Diese Betriebsart ist in Abbildung 4 dargestellt. Neben der doppelten Auflösung sind Vibrationen und Resonanzerscheinungen deutlich reduziert. Allerdings ist auch der Haltemoment entsprechend geringer.

Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000

Bei der von ELV entwickelten SMS 7000 handelt es sich um ein universelles Schrittmotoren-Interface, das direkt an eine 8-Bit-Parallelschnittstelle eines IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computer an-

Bild 5: Blockschaltbild der Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000

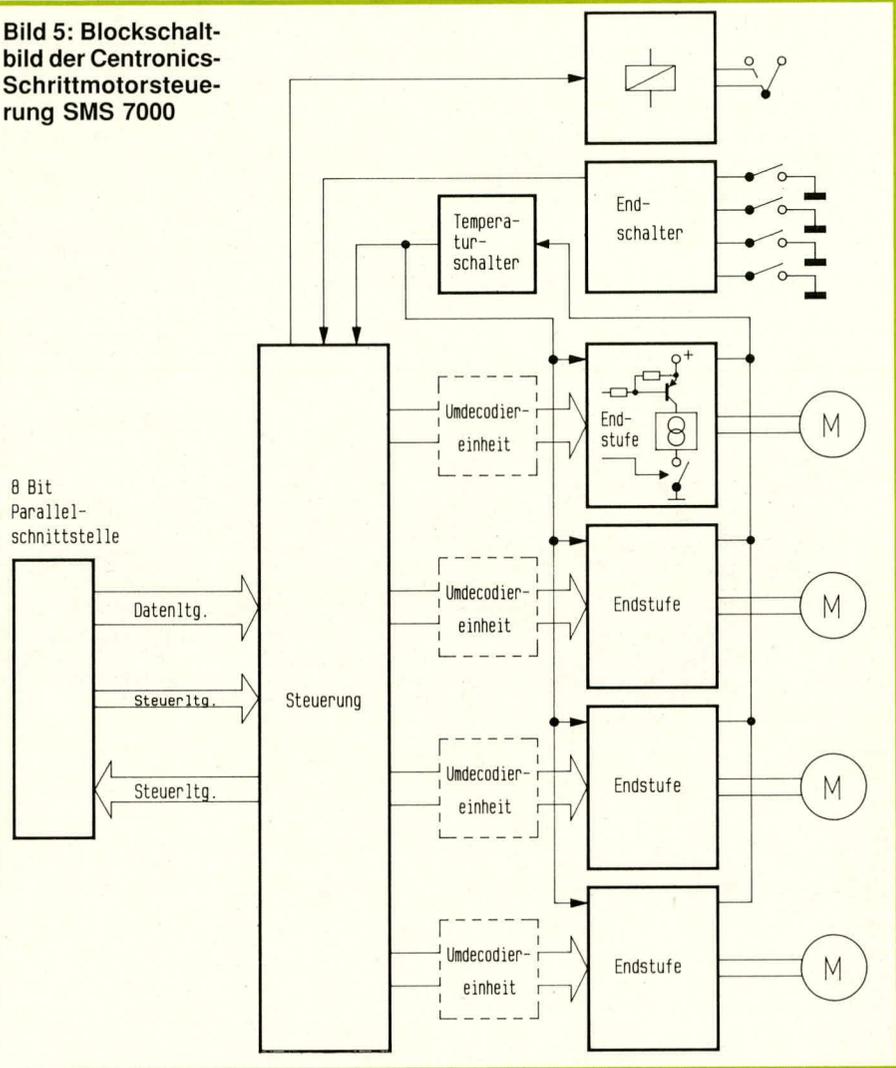
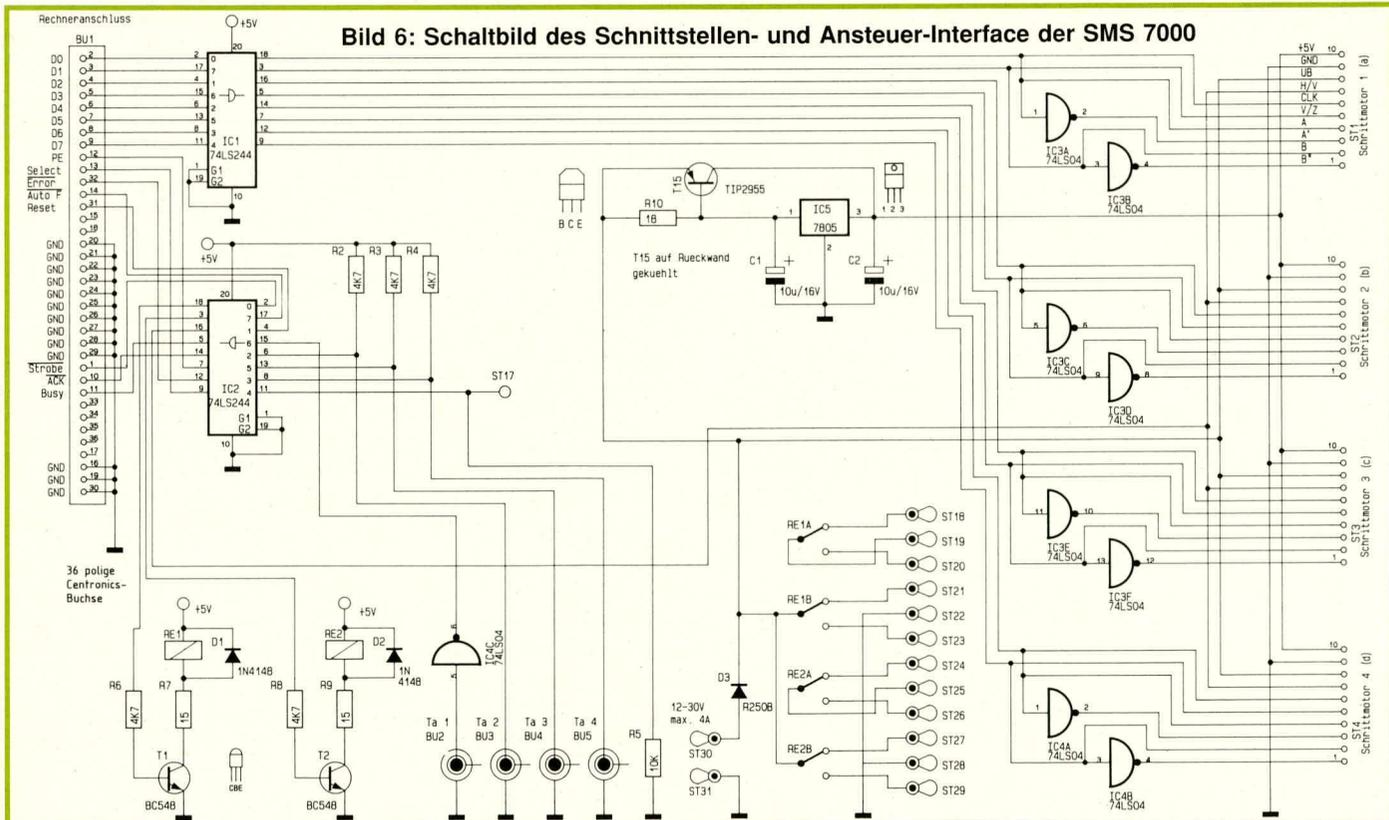


Bild 6: Schaltbild des Schnittstellen- und Ansteuer-Interface der SMS 7000



geschlossen wird. In Verbindung mit dem externen Rechner ermöglicht die SMS 7000 die Ansteuerung sowohl bipolarer als auch unipolarer Schrittmotoren, die wiederum wahlweise im Voll- oder Halbschrittbetrieb arbeiten können. Es sind somit alle Arten von Schrittmotoren in jeglicher Betriebsart über die SMS 7000 zu betreiben.

Das Blockschaltbild

In Abbildung 5 ist das Blockschaltbild der Centronics-Schrittmotorensteuerung SMS 7000 dargestellt. Die 8-Bit-Parallelschnittstelle des PC (Rechner) wird bidirektional genutzt, d. h. vom Rechner werden Daten und Steuerleitungen zur SMS 7000 gegeben, und zusätzlich gelangen Signale zurück zum Rechner. Mit den erstgenannten Leitungen erfolgt der Informationsfluß zur eigentlichen Steuereinheit der SMS 7000. Diese Steuereinheit übernimmt die Ansteuerung der Endstufen zum Betrieb der Schrittmotoren. Dazwischen befinden sich gestrichelt eingezeichnet die Umcodiereinheiten. Diese Schaltungsteile können entfallen, wenn die Schrittmotoren nur im Vollschrittmotus an die SMS 7000 angeschlossen werden sollen.

Zur Ansteuerung eines Schrittmotors sind je nach Betriebsart bis zu 8 Leistungs-Endstufentransistoren erforderlich, d. h. insgesamt ist die SMS 7000 mit 32 Endstufentransistoren bestückt. Um eine thermische Überlastung auch in ungünstigen Betriebszuständen zu vermeiden, wurden getrennt voneinander arbeitende Temperatursicherungen integriert - für jeden Endstufensatz eines Schrittmotors separat. Diese elektronischen Sicherungen werden zurückgeführt auf die Steuereinheit, wo bei Übertemperatur die jeweilige Motoransteuerung deaktiviert wird.

Daneben besitzt die SMS 7000 eine Abfragemöglichkeit für insgesamt vier unabhängig voneinander arbeitende Endschalter, deren Position über die Steuereinheit und die Schnittstelle dem Rechner gemeldet wird.

Als weiteres Feature können vom Rechner aus zwei Umschaltrelais mit einer Belastbarkeit von 220 V/2 A angesteuert werden, so daß sich insgesamt ein universelles Interface zum Betrieb unterschiedlichster Aufgaben im weiten Feld der Robotik ergibt.

Zur Schaltung

Abbildung 6 zeigt das Schnittstellen- und Ansteuer-Interface für die Endschalter, Relais und Schrittmotoren. Jeweils zwei der acht Datenleitungen D 0 bis D 7

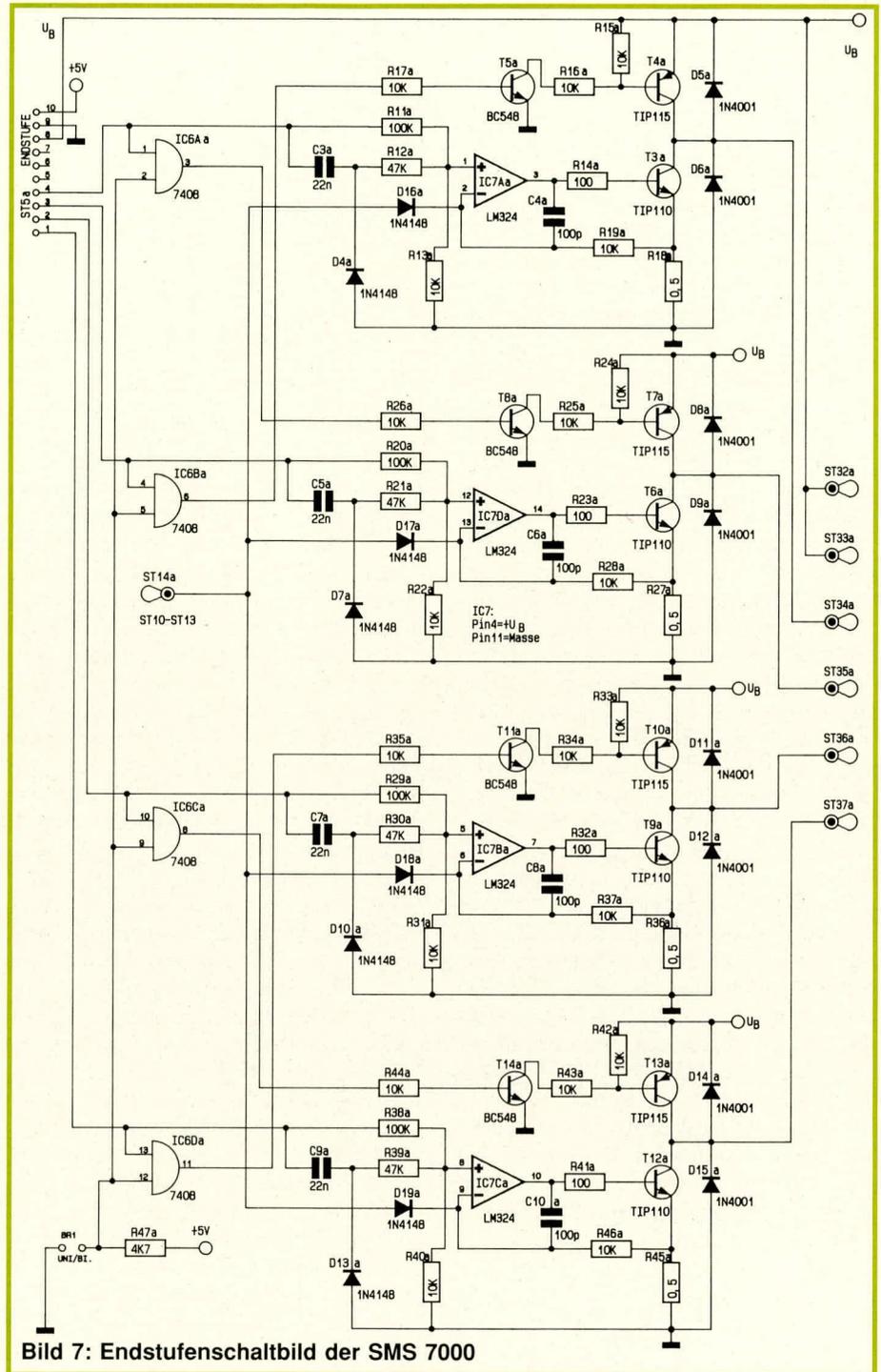


Bild 7: Endstufenschaltbild der SMS 7000

steuern einen Schrittmotor an. Gepuffert über den Bus-Treiber des Typs 74 LS 244 (IC 1) gelangen die Daten auf die Endstufen bzw. den Umcodierteil. Die Inverter IC 3 A-F sowie IC 4 A, B erzeugen jeweils das invertierte Signal zu den Ansteuerleitungen (180 Grad Phasenverschiebung). Bei nicht benutzter Umcodierschaltung werden die vier Steuerleitungen A, \bar{A} , B und \bar{B} direkt zur Endstufe geführt. Die Umcodierplatine nutzt dagegen die beiden Steuerleitungen V/Z und CLK. Mit Pin 31 (Reset) der Centronics-Buchse kann die Umcodierschaltung über die Steuerleitung H/V in Halb- oder Vollschrittbetrieb geschaltet werden.

Die Steuerleitungen der Centronics-Buchse Pin 14 (Auto Feed XT) und Pin 1 (Strobe) steuern jeweils gepuffert über IC 2 (74 LS 244) die Relais Re 1 und Re 2 an. Jedes Relais besitzt zwei Umschaltkontakte, von denen jeweils einer direkt auf die Frontplatte geführt ist. Die anderen beiden Relaiskontakte sind entweder als Schließer oder Öffner geschaltet und können somit eine externe passive Last direkt ansteuern.

Die Eingänge für die vier extern anschließbaren Schalter oder Taster werden über IC 2 gepuffert und direkt auf die Eingangsleitungen der 8-Bit-Parallelschnittstelle des Rechners gegeben. Ein-

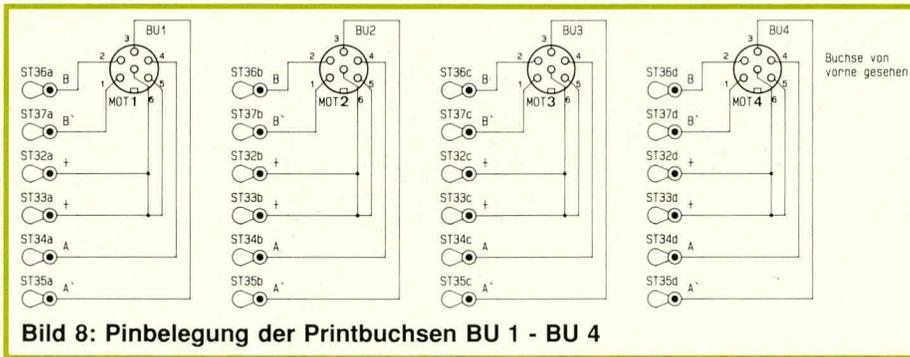


Bild 8: Pinbelegung der Printbuchsen BU 1 - BU 4

gang 1 gelangt zusätzlich über den Inverter IC 4 C auf Pin 11 (Busy) der Centronics-Buchse. Die Eingänge 2, 3, 4 gelangen auf Pin 10 (ACK), Pin 12 (Paper Empty) und Pin 32 (Error) der 36poligen Centronics-Buchse. Der Anschluß der SMS 7000 an den Rechner kann über ein handelsübliches Druckerkabel erfolgen.

Die Stromversorgung für die Schrittmotoren muß extern über zwei auf der Frontplatte angeordnete Buchsen zugeführt werden. Der steuernde Rechner kann diese Aufgabe im allgemeinen nicht übernehmen, weil der Strom und die Spannung, die das Rechnernetzteil zur Verfügung stellt, hierfür nicht ausreichen. Über die Schutzdiode D 3 gelangt die Versorgungsspannung zum einen direkt zu den Endstufen und zum anderen über die Spannungsregelschaltung R 10, T 15 und IC 5 auf den 5 V Versorgungskreis für das eigentliche Schrittmotoren-Interface. Hieraus werden die sich auf dieser Karte befindlichen TTL- und CMOS-ICs mit einer geregelten 5 V-Spannung versorgt, die der Computer an der 8-Bit-Parallelschnittstelle nicht zur Verfügung stellt.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der Endstufen für die Ansteuerung der vier Schrittmotoren. Die Funktionsweise soll anhand der ersten im Schalt-

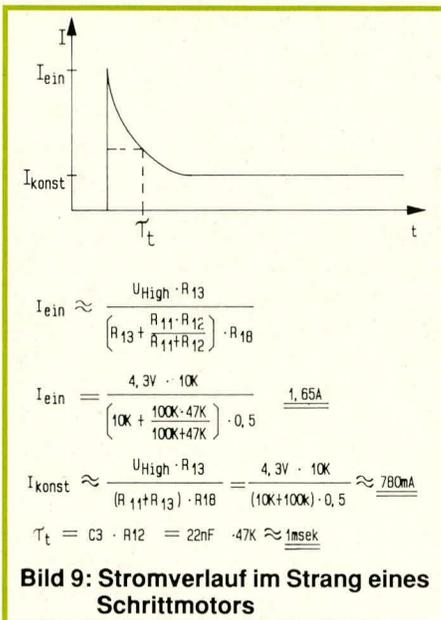


Bild 9: Stromverlauf im Strang eines Schrittmotors

plan (Abbildung 7) dargestellten Stufe erläutert werden.

Das IC 7 Aa stellt in Verbindung mit dem Transistor T 3 a und Zusatzbeschaltung eine geschaltete Stromquelle dar. Diese kann zwei zeitlich aufeinanderfolgende unterschiedliche Konstantströme liefern. Nachdem die Ansteuerleitung, die von ST5 a Pin 4 kommt auf High-Pegel wechselt, ist C 3 a zunächst noch entladen. Hieraus ergibt sich ein Anfangsstrom, der durch den Spannungsteiler R 11a parallel zu R 12a und R 13a festgelegt ist. Diese sich hier einstellende Spannung an Pin 1 des IC 7 Aa gibt den maximalen Anfangsstrom für die Stromquelle vor. Sobald sich der Kondensator C 3 a aufgeladen hat, ist nur noch der Spannungsteiler bestehend aus R11a und R13a an Pin 1 des IC 7 Aa wirksam. Hieraus ergibt sich eine Reduzierung des Ausgangsstromes, der über den Kollektor von T 3 a fließen kann. Der gesamte Schaltungsteil entspricht somit einer geschalteten Stromquelle, die den Konstantstrom über die Masseleitung abfließen läßt.

Den zeitlichen Verlauf des Stromes zeigt die Abbildung 9. Die darunter angegebenen Formeln geben die Dimensionierung der Widerstände R 11, 12, 13 und des Kondensators C 3 für den von ELV angebotenen Schrittmotor an. Beim Einsatz anderer Motortypen sind die Werte für I_{ein} , I_{konst} und τ_t ggf. empirisch neu zu ermitteln. Für die übrigen Endstufen gilt verständlicherweise eine entsprechende Dimensionierung, da die Schaltungstechnik aller vier Endstufen zum Betrieb eines Schrittmotors gleich ist.

Ist die Brücke BR 1, die eingangsseitig auf die Und-Gatter IC 6 Aa bis IC 6 Da wirkt, geschlossen, so werden die dazugehörigen Treiber-Transistoren nicht angesteuert und bleiben gesperrt. Dieses ist bei Unipolar-Motoren (6 Stränge) auch nicht notwendig, da der Strom über ST 32a und ST 33a nach U_B abfließen kann. Beim Betrieb mit Bipolar-Motoren (4 Stränge) werden jeweils die Spulen an ST 34a bis ST 37a angeschlossen. Hierzu muß die Brücke BR 1 offenbleiben. Wird jetzt die Steuerleitung ST 5 a Pin 4 auf High-Pegel gesetzt, wechselt der Ausgangspegel von

IC 6 Aa auf High, und die Transistoren T 8 a und T 7 a schalten durch. Jetzt kann der Strom von U_B über T 7 a, ST 35a, Wicklung 1, ST 34a und die Stromquelle bestehend aus IC 7 Aa, T 3 a und den zugehörigen Bauelementen nach Masse hin abfließen.

Abbildung 8 zeigt die Pinbelegung der Printbuchse BU 1 - BU 4 die zum Anschluß der Schrittmotoren dienen.

In Abbildung 10 ist die Schaltung der Temperatursicherung dargestellt. Jeweils ein Sensor des Typs SAS 1000 ist zwischen zwei dazugehörigen Endstufen vom Typ TIP 110 auf der Alurückwand montiert. Steigt die Temperatur einer Endstufe über die zulässigen Werte, so schaltet einer der Komparatoren IC 8 A bis D um. Dies bewirkt das Abschalten der betreffenden Endstufe über die Dioden D 16a bis D 19a. Außerdem leitet eine der Dioden D 20 bis D 23 dieses Signal auf den Eingang (Pin 11) des IC 2, an dessen Ausgang (Pin 9) es zur Weitergabe an Pin 13 der Centronics-Buchse zur Verfügung steht. Sinkt die Temperatur der betreffenden Endstufe auf zulässige Werte ab, erfolgt automatisch eine Freigabe.

Die komplette Umcodierschaltung ist in Abbildung 11 dargestellt. IC 1 beinhaltet einen ladbaren Vor-/Rückwärtszähler, der über die Leitung ST 1 Pin 7 getaktet wird. Die Richtungssteuerung arbeitet auf ST 1 Pin 6. Das binär codierte Signal gelangt auf den Binär-/Dezimalwandler des Typs CD 4028 (IC 3). Von hier aus werden die vier Steuerleitungen der Endstufe angesprochen. Die Steuerleitung ST

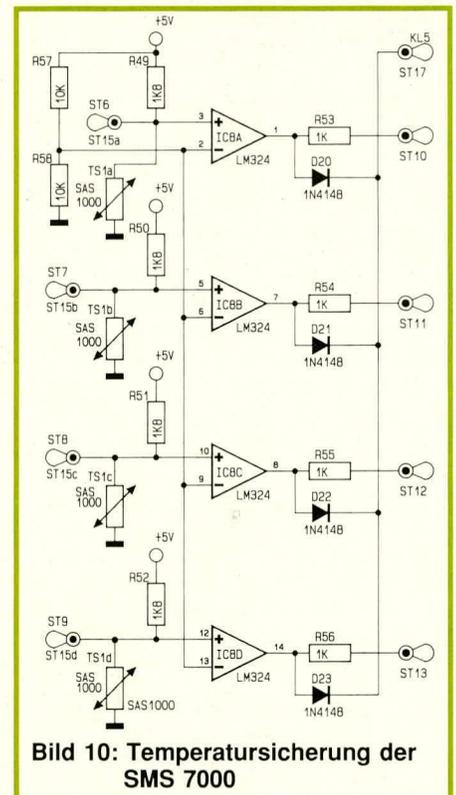


Bild 10: Temperatursicherung der SMS 7000

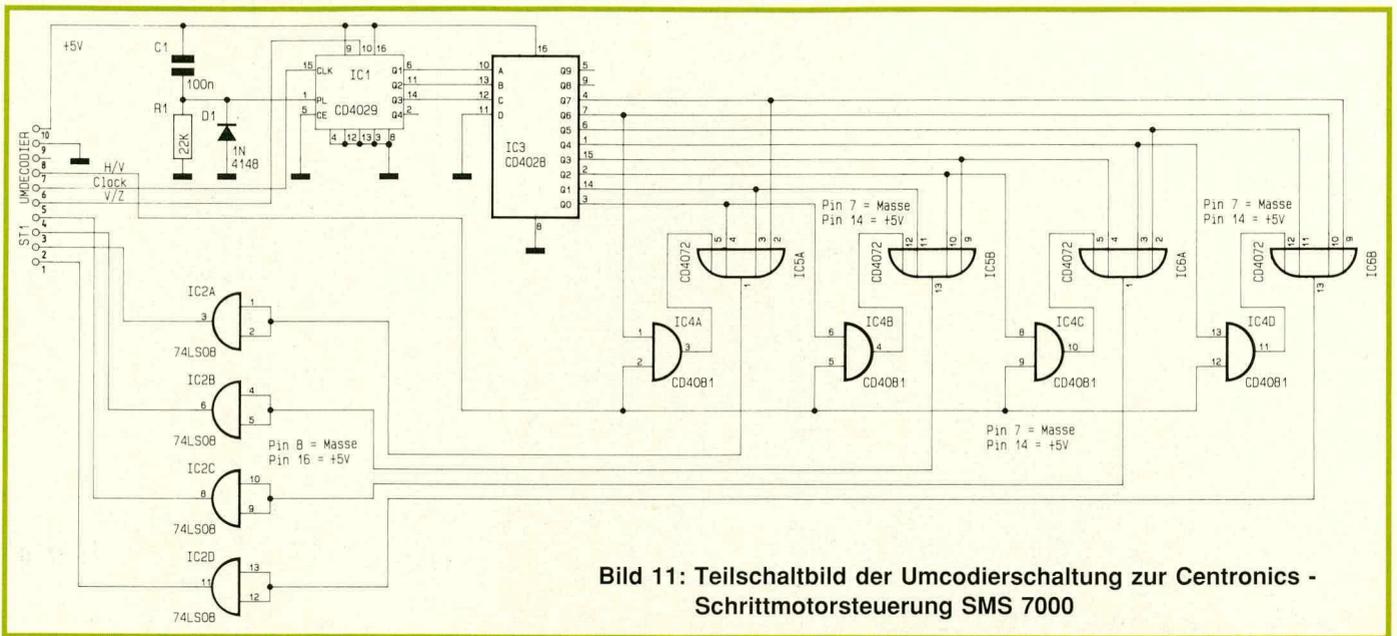


Bild 11: Teilschaltbild der Umcodierschaltung zur Centronics - Schrittmotorsteuerung SMS 7000

1 Pin 8 (H/V) dient zum Umschalten der Endstufe von Halb- auf Vollschrittbetrieb. Tabelle 1 zeigt in Tabellenform die entsprechende Ansteuerlogik. Die Umcodierschaltung ist nur dann erforderlich, wenn die Schrittmotoren im Halbschrittbetrieb genutzt werden sollen. Hierbei ist zu beachten, daß die Ansteuerung durch jeweils zwei Bit nicht wie in Abbildung 3, 4 gezeigt erfolgen muß, sondern daß jetzt die Datenbits D 0, D 2, D 4, D 6 für die Taktung des Zählers IC 1 zuständig sind und daß D 1, D 3, D 5, D 7 die Richtungssteuerung bewirken. Die Umschaltung von Halb- auf Vollschritt kann hierbei gemeinsam für alle vier Schnittmotoren über Pin 31 (Reset) der Centronics-Buchse erfolgen.

Die Beschreibung der Ansteuerung in Verbindung mit einer komfortablen Anwendersoftware sowie die umfangreichen Programmier- und Einsatzmöglich-

keiten der Centronics-Schrittmotorsteuerung SMS 7000 folgt in der kommenden Ausgabe des ELV journal 2/89 im zweiten Teil dieses Artikels.

Tabelle 1

Zählstand IC 1	Binärcode C B A	aktiver Ausgang IC 3	H/V = "1"				H/V = "0"			
			Ausgang aktiv IC 2				Ausgang aktiv IC 2			
			A	B	C	D	A	B	C	D
0	0 0 0	Q0	1	1	0	0	1	0	0	0
1	0 0 1	Q1	1	1	0	0	1	1	0	0
2	0 1 0	Q2	0	1	1	0	0	1	0	0
3	0 1 1	Q3	0	1	1	0	0	1	1	0
4	1 0 0	Q4	0	0	1	1	0	0	1	0
5	1 0 1	Q5	0	0	1	1	0	0	1	1
6	1 1 0	Q6	1	0	0	1	0	0	0	1
7	1 1 1	Q7	1	0	0	1	1	0	0	1