

Schrittmotor (Digitaler Antrieb)

Ein Schrittmotor hat die Funktion eines Digital/Analog - Umsetzers (DA-Um). Der Schrittmotor führt eine inkrementale Schrittbewegung aus (gleichmäßige Schrittbewegungen), welche durch Steuerimpulse ausgelöst werden.

Eine digitale Eingangsgröße wird in eine analoge Stellung als Ausgangsgröße umgesetzt.

Bauarten:

Der Schrittmotor ist aus dem Synchronmotor abgeleitet. Man unterscheidet zwei Arten von Schrittmotoren.

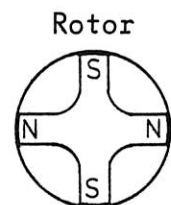
Der Unterschied liegt im Rotor.

Permanentmagnet-Schrittmotor:

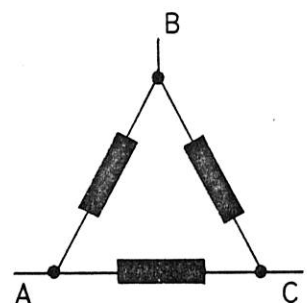
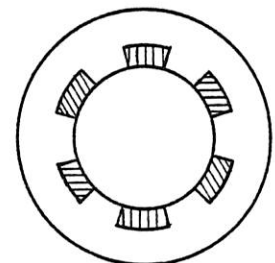
Hier ist der Rotor aus einem Permanentmagneten mit einem oder mehreren Polpaaren ausgeführt. Dieser Rotor läuft in einem mit Nuten oder ausgeprägten Polen und mit Wicklungen versehenen Stator.

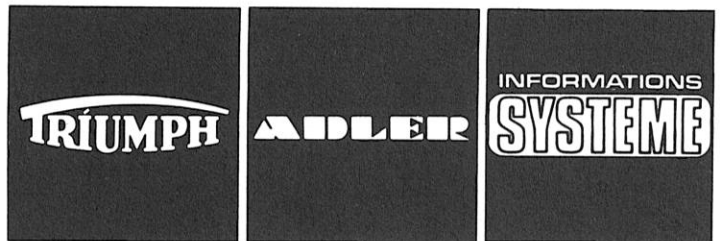
Durch Bestromen eines Statorwicklungspaares (Phase) wird das Stator magnetfeld den Rotor auf eine bestimmte Winkelstellung ausrichten.

Mittels einer geeigneten Schaltfolge an den Phasenklammern A, B, C wird das Statorfeld und damit der Rotor schrittweise gedreht. Eine Umkehrung der Schaltfolge führt zu einer Änderung der Drehrichtung.



Stator





Um kleinere Schrittwinkel zu erhalten, werden Schrittmotoren mit mehr Rotorpolpaaren gebaut, entsprechend wird dann die Anzahl der Statorpole ebenfalls vergrößert.

Schrittwinkel: $360^\circ : (p \cdot s)$ p = Polpaarzahl
 s = Phasenzahl

Da im nichterregten Zustand ein Magnetschluß vom Rotor über Stator auftritt, hat der Permanentmagnet-Schrittmotor ein statisches Haltemoment (Speichermoment).

Reluktanz - Schrittmotor (Weicheisen - Schrittmotor)

Reluktanz - Schrittmotoren haben einen Weicheisenrotor, der am Umfang mit Zähnen versehen ist.

Der Rotor stellt sich so ein, daß seine Zähne mit den erregten Polen des Stators deckungsgleich stehen.

Das ist die Stellung des geringsten magnetischen Widerstandes (geringste Reluktanz) des Kreises.

E. Bau.

- 2 -



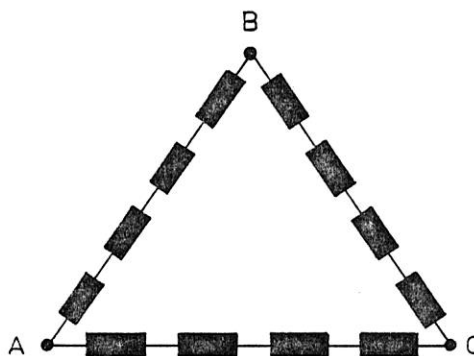
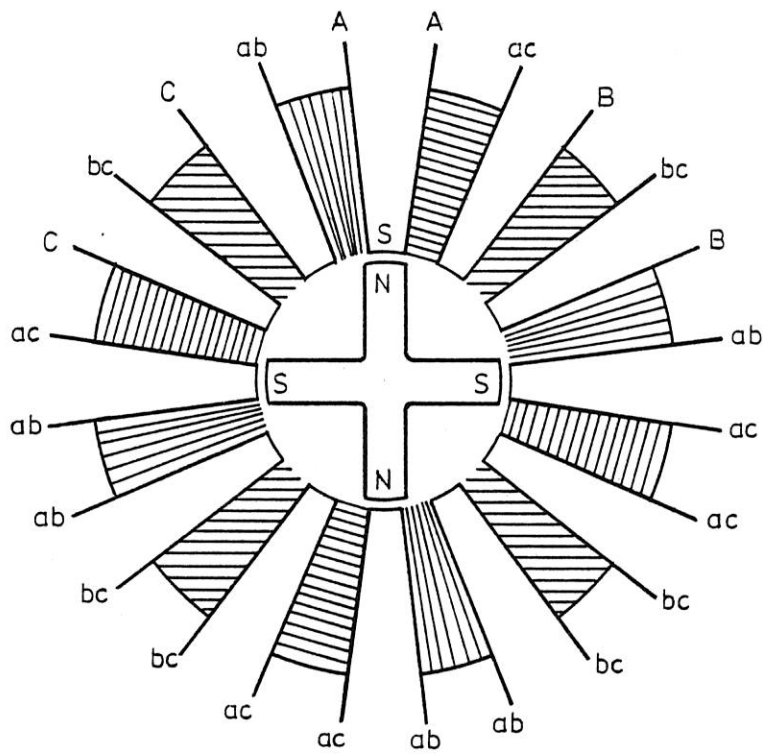
Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
T11069
S

Die in der TA 1069 verwendeten Schrittmotoren sind Permanentmagnet -
12 Schritt/Umdrehung - Motoren.

Ein Schritt gleich 30° .

Ein 4-polpaariger Rotor läuft im 3-phasigen Stator.



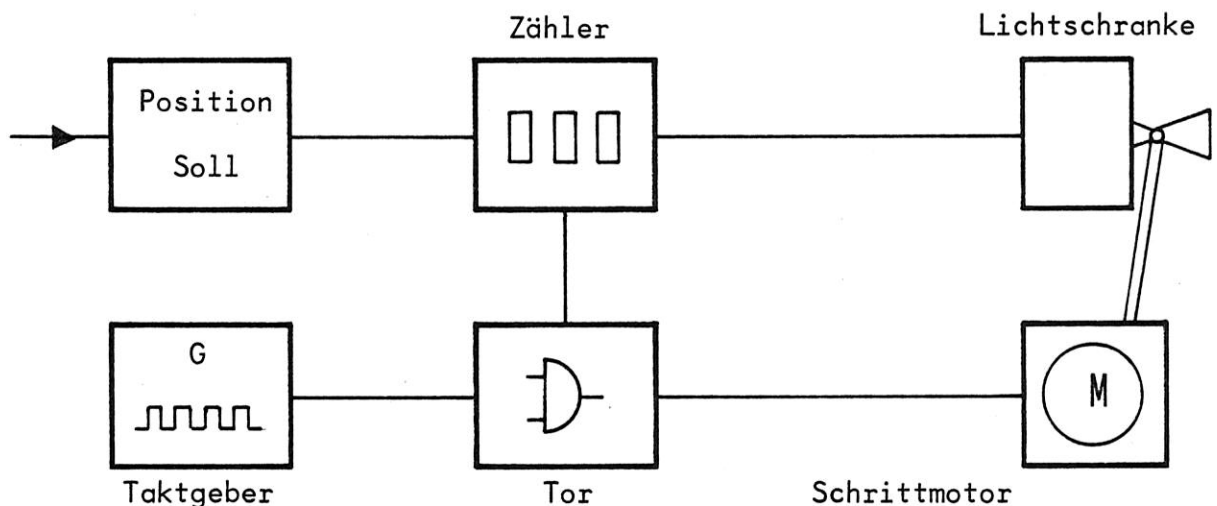
Steuerungsschaltung

Die Steuerungsschaltung hat die Aufgabe, den Schrittmotor mit einer Impulsfolge in Rechts- oder Linkslauf mit einer gewünschten Schaltfolge anzusteuern.

Der Schrittmotor wird von einem Impulsgenerator über ein Tor angesteuert. Gleichzeitig werden Impulse in einem Rückwärtszähler gegeben. Dabei wird die vorher eingestellte Zahl herunter gezählt.

Ist die Zahl 0 erreicht, so wird das Tor geschlossen und der Schrittmotor angehalten.

Aus der Differenz von Sollwert und Istwert wird, je nach Vorzeichen, die Drehrichtung bestimmt.



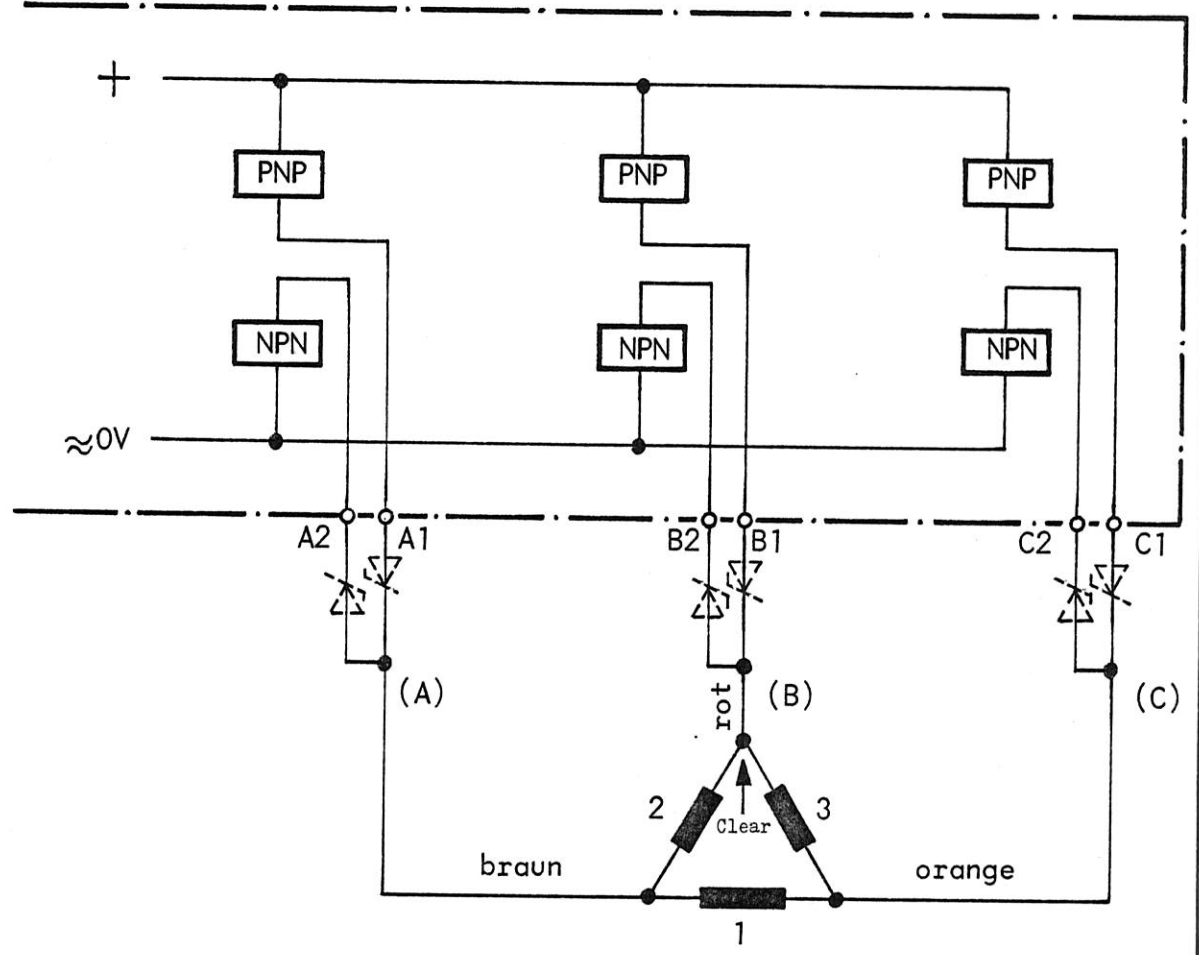
Zur Schaltung der Phasen werden bei Schrittmotoren Halbleiterbauelemente verwendet.

Elektronische Steuerschaltungen werden zweckmäßig mit digitalen integrierten Bausteinen aufgebaut und die Phasensignale auf Verstärkerstufen gegeben, deren Ausgänge den Wicklungen angepaßt sind.

E. Bau.

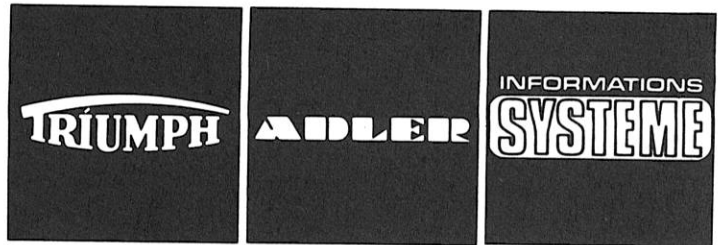
- 4 -

Anschlußschema für Motor und Spannungsverhältnisse bei den einzelnen Schritten



	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> ← RECHTSLAUF LINKSLAUF → </div>						Clear
	Clear	1	2	3	4	5	
A braun	H	L	L	L	H	H	H
B rot	L	L	H	H	H	L	L
C orange	H	H	H	L	L	L	H

H: Anschluß liegt an Betriebsspannung
 L: Anschluß liegt an Masse (ca 0V)



Schrittmotoren - Ansteuerung

Beschreibung

a) Benötigte Spannungen

+ 5 V, + 12 V, - 12 V unregelmäßige Motorspannung + 28 V bis 48 V, beliebige Ein- Ausschaltreihenfolge.

b) Leistungsteil

Die Spulen des Schrittmotors werden von 6 Darlington-Leistungstransistoren gesteuert. Dabei schalten 3 Oberschalter die Motorspannung und 3 Unterschalter die 0V-Spannung an die Spulen.

Der Strom fließt über den bzw. die Oberschalter durch die Spulen, über den bzw. die Unterschalter, sowie den Meßwiderstand von 0,1 Ohm nach 0V. Werden die Oberschalter gesperrt, fließt der Strom durch die Spulen über die jeweilige (n) Paralleldiode (n) - NT 8108 weiter. Die Längsdioden am Emitter der Unterschalter verhindern, daß der abklingende Strom über die integrierte Diode der Darlington-Transistoren abfließt und somit am Meßwiderstand nicht sichtbar wird.

c) Logikteil

Soll der Motor einen Schritt ausführen, erfolgt als erstes ein Tx-Impuls. Mit Tx werden alle Oberschalter gesperrt, die Schaltung wird stromlos. Nach ca. 10 µs wird der Motorzähler geändert und somit die Transistoren auf den neuen Schritt eingestellt.

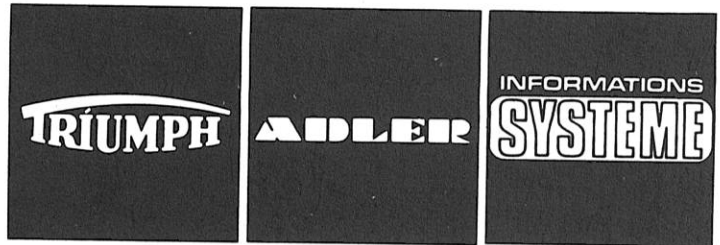
E. Bau.

- 6 -



Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
T11069
S



Nach insgesamt $40 \mu\text{s}$ nach Tx wird der Motor mit der neuen Schritteinstellung für 6 ms mit Erregungsstrom bestromt.

Soll eine Übererregung erfolgen, muß M4 (Ü) ausgegeben werden. Eine Bestromung des Motors, egal ob Haltestrom, Erregung oder Übererregung, gibt es nur, wenn M3 (I) ausgegeben wurde.

Mit TA erfolgt eine Voreinstellung des Zählers. Wird M1 ausgegeben, erfolgt mit Tx ein Schritt vorwärts, bei M2 ein Schritt rückwärts. Wird keines der beiden ausgegeben, bleibt der Zähler stehen. Es kann eine nochmalige Bestromung mit der alten Stellung erfolgen.

Tx und TA können auch zusammengefaßt werden.

An Meßpunktzähler 1 - Meßpunktzähler 3 kann der Stand des Motorzählers abgefragt werden.

d) Stromregelung

Die Stromregelung erfolgt im Schaltbetrieb. Der Operationsverstärker vergleicht den Spannungsabfall am Meßwiderstand mit dem eingestellten Sollwert. Hat der Strom seinen Sollwert erreicht, sperrt der Operationsverstärker die Oberschalter. Ist der abklingende Strom auf einen bestimmten Wert gesunken, werden die Oberschalter wieder geöffnet. Je nach dem, ob Halte-, Erregungs- oder Übererregungsstrom verlangt ist, wird der Sollwert am Operationsverstärker geändert.

E. Bau.

- 7 -



Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
TA1069
S

TRIUMPH**ADLER**

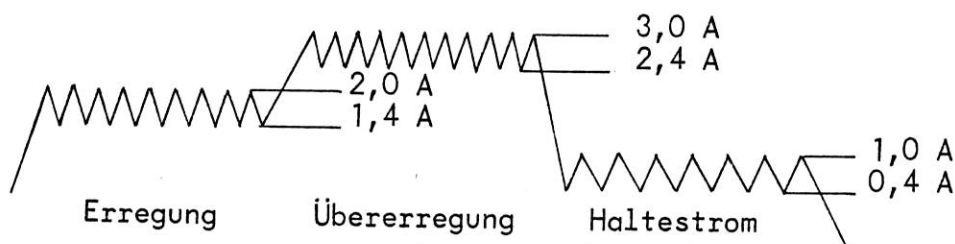
INFORMATIONSSYSTEME

Es entsteht:

Haltestrom : 0,4 A bis 1,0 A mit einer Frequenz von 4,7 KHz

Erregungsstrom: 1,4 A bis 2,0 A mit einer Frequenz von 5,2 KHz

Übererregungsstrom: 2,4 A bis 3,0 A mit einer Frequenz
von 9 KHz



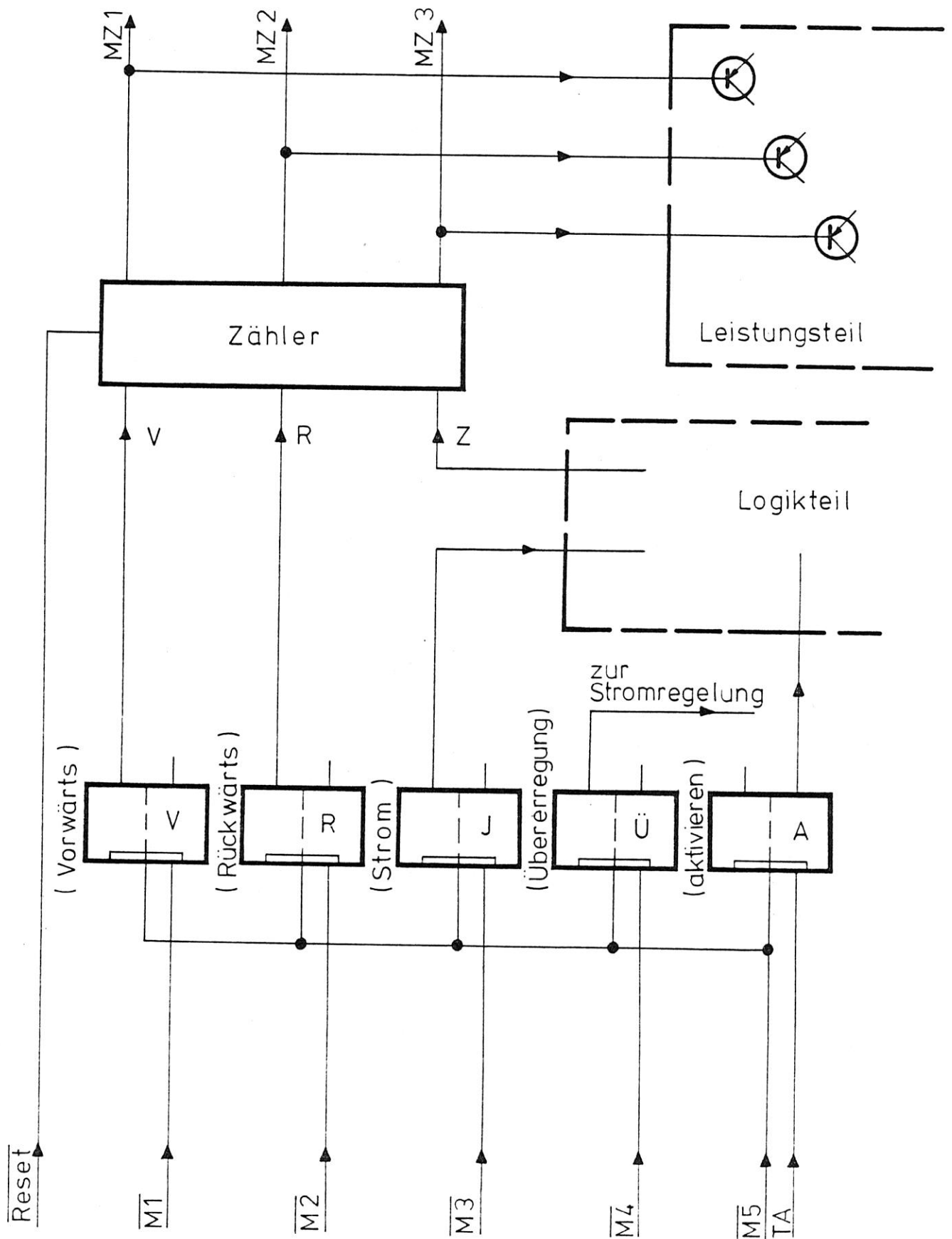
E. Bau.

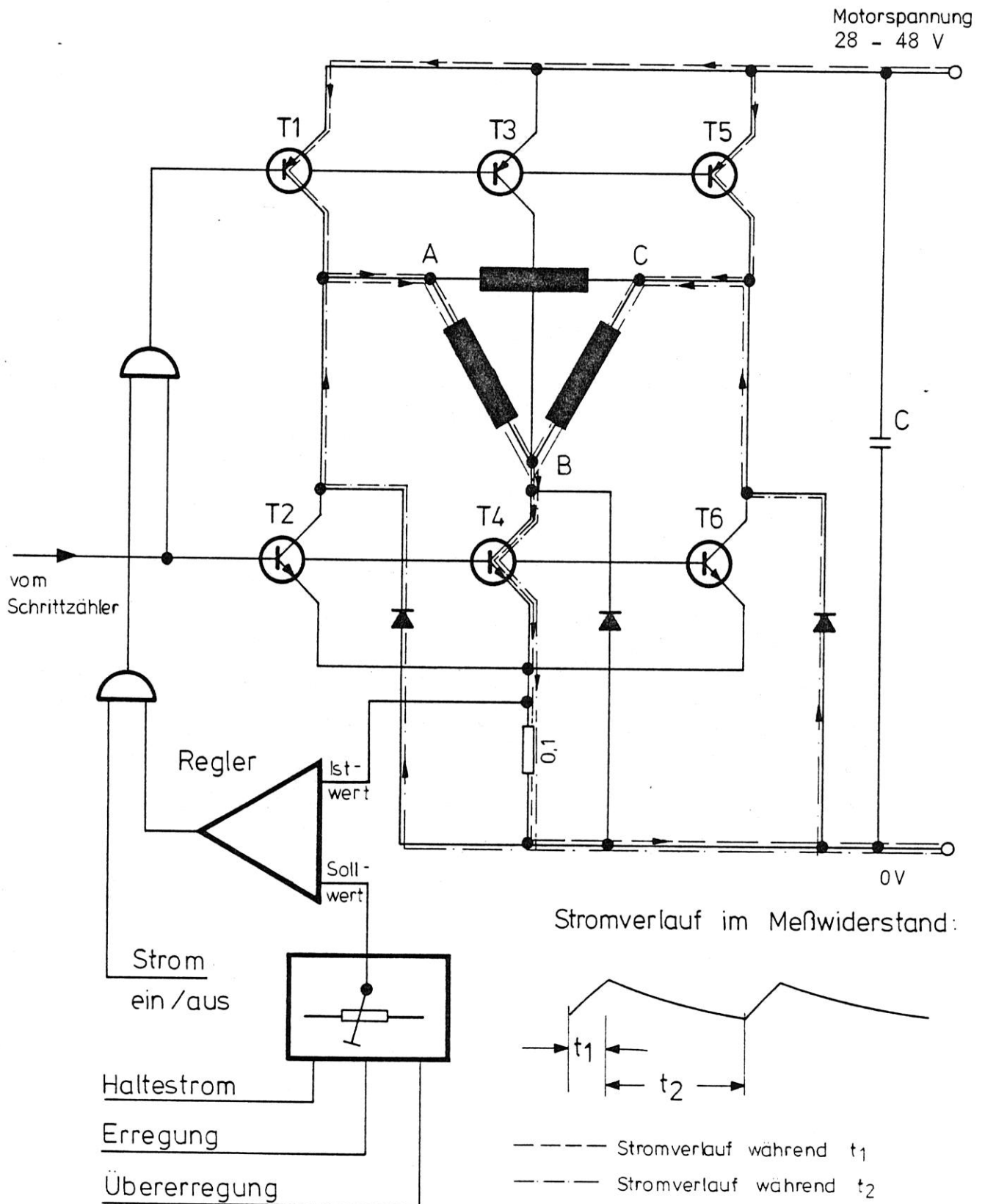
- 8 -



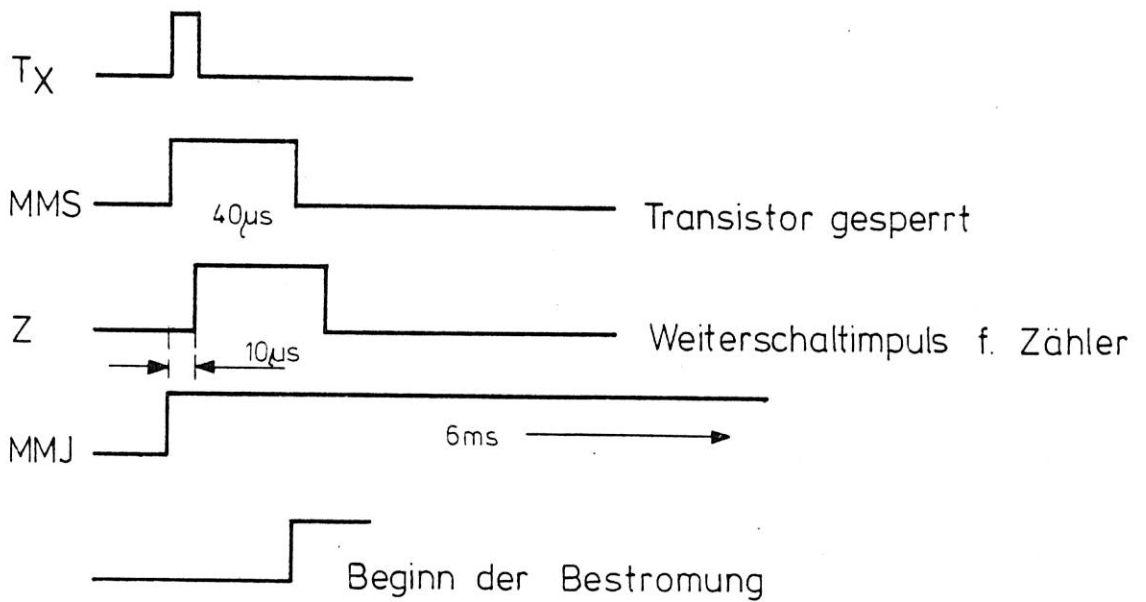
Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
T41069
S





Zeitdiagramm



DSDR - Auflichtschanke

Die Lichtschanke besteht aus einem lichtundurchlässigen Gehäuse.

In einem senkrechten Schacht an der Rückwand befindet sich der Phototransistor vom Typ BPX 81.

Der Schacht verjüngt sich nach unten zu einem ca. 0,2 mm breiten Blenden-
spalt. Damit wird eine Schaltungsgenauigkeit von ca. 0,4 mm erreicht.

Die Breite der Blende beträgt 3,5 mm.

Vor dem Phototransistor ist an einer ca. 45°
geneigten Fläche die Leuchtdiode LD 261 auf-
geklebt.

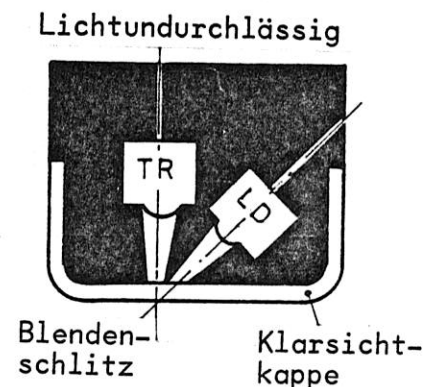
Umschlossen wird der untere Teil der LS von
einer Klarsichtkappe. Die Kappe schützt die
Photoelemente vor Verschmutzung.

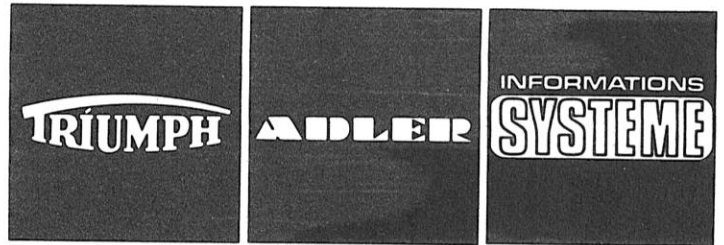
Auf der Innenseite der Kappe befindet sich vor der Photodiode eine kleine
Linse. Diese bündelt den Strahl auf den Treffpunkt der optischen Achse.
Die höchste Empfindlichkeit der LS liegt unmittelbar vor der Klarsicht-
kappe.

Auch in einigen Zehntel Millimeter Abstand funktioniert die LS noch.
Die Lichtschanke arbeitet im **I n f r a r o t b e r e i c h** bei einer
Wellenlänge von etwa 950 nm. Das von der Leuchtdiode abgestr. Licht ist
n i c h t s i c h t b a r.

Der Phototransistor hingegen ist jedoch auch empfänglich im sichtbaren
Lichtbereich.

Eine gewisse Fremdlichtempfindlichkeit ist zu beachten.





Die Lichtschranke ist ausgelegt diffus reflektierende Materialoberflächen (vorzugsweise Papier) abzutasten.

Soll eine gebündelte reflektierende Oberfläche (z.B. blanke Metalloberfläche) abgetastet werden, sind die Reflexionswinkel zu beachten.

Die verwendeten Lichtschrankelemente haben sehr große Exemplantstreuungen, außerdem ergeben sich durch die Montage sehr große Differenzen, so daß jede Lichtschranke abgeglichen werden muß.

Im Gehäuse der Auflichtschranke ist ein Verstärker mit untergebracht.

Es gibt zwei Versionen:

- a) Auflichtschranke mit Analogausgang
- b) Auflichtschranke mit Digitalausgang

E. Bau.

- 13 -



Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
TA1069
S

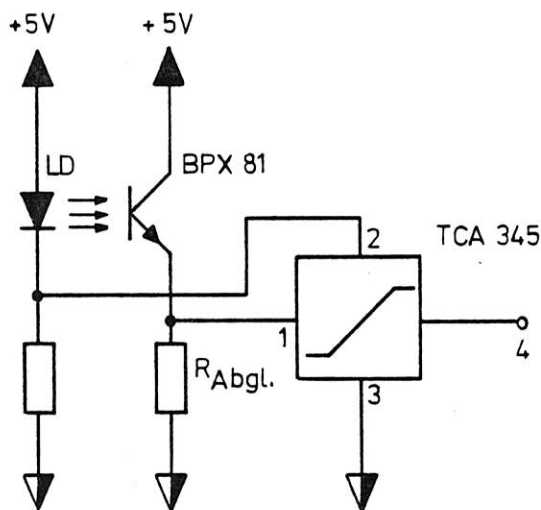
DSDR - Auflichtschranke mit Digitalausgang

Die Auflichtschranke mit integriertem Verstärker und digitalen Signalausgang, ist ein Schaltelement das auf verschieden reitierende Materialoberflächen reagiert.

Durch den Abgleich der Lichtschranke wird die Empfindlichkeit auf die verwendeten Materialoberflächen abgestimmt.

Hauptverwendung ist die Abtastung von Papieroberflächen. Auf diesen Anwendungsfall beziehen sich die angegebenen Daten.

Schaltung:



Daten: Versorgungsspannung + 5 V ± 5 %

Ausgangspegel: TTL - OPEN KOLLEKT.

Große Remission (Papier vorh.) ≙

Ausgang high

Keine Remission (kein Papier vorh.)

Ausgang low

Minimale Abmessung der Remissionsfl.

3,5 x 0,8 mm

Temperaturbereich: 5° - 50° C

Abgleich:

Die Klarsichtkappe muß auf dem Eichpapier (weißer Karton) aufliegen.

Zwischen den beiden Lötunkten, wo später der Abgleichwiderstand sitzt, wird der Photostrom (I_w) gemessen. Er liegt im 10 - 1000 μ A Bereich.

Der Abgleichwiderstand errechnet sich nach der Formel $R = \frac{U}{I_w}$.

E. Bau.

- 14 -

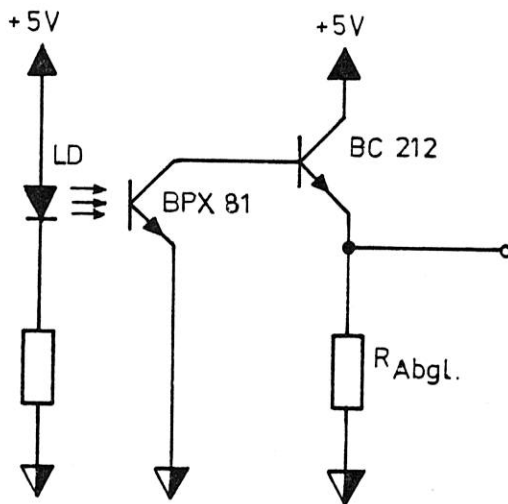
DSDR - Auflichtschanke mit Analogausgang

Die Auflichtschanke mit integriertem Verstärker und analogem Signalausgang ist ein Abtastelement zum Messen verschieden stark remittierender Materialoberflächen. Die Lichtschanke arbeitet im Infrarotbereich. Das elektrische Ausgangssignal ist in etwa proportional zum Remissionsgrad der abgetasteten Oberfläche in diesem Wellenbereich des Lichtes.

Hauptverwendung ist die Abtastung von gedruckten Balkencodes.

Das analoge Ausgangssignal dieser Lichtschanke muß in einer geeigneten Folgeschaltung ausgewertet werden.

Schaltung:



Daten: Versorgungsspannung + 5 V \pm 5 %

Ausgangspegel: Analogproportl. zum Remissionsgrad 90 % Remiss. 3,5 V; 0 % Remission 0V

Minimale Balken- und Stegbreite 0,8 mm

Temperaturbereich: 5° - 50°C

Minimale Abmessung der Remissionsfläche: 0,8 x 3,5 mm

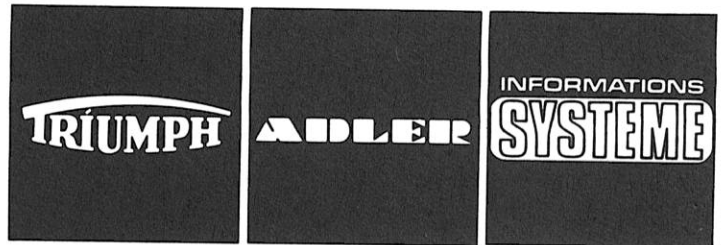
Abgleich:

Die Klarsichtkappe muß auf dem Eichpapier aufliegen (weißer Karton). Zwischen den Lötunkten, wo später der Abgleichwiderstand sitzt, wird der Abgleichstrom gemessen. Der Abgleichwiderstand errechnet sich aus der Formel:

$$R_{\text{Abgleich}} = \frac{3,5 \text{ V}}{J \text{ weiß}} \quad (\text{für Remissionsgrad } 90 \%)$$

E. Bau.

- 15 -



Beschreibung der Signalauswertungsschaltung

Verwendung: Auswertung des analogen Ausgangssignals der Lichtschranke zum Lesen eines Balkencodes.

<u>Daten:</u>	Versorgungsspannung + 5 V	± 5 %
	+ 12 V	± 5 %
	- 12 V	± 5 %

Erkennt beim Formulareinzug die Lichtschranke die Papierkante, wird deren Ausgangsspannung größer. Bei Überschreiten von 1 V schaltet O_4 und gibt ein digitales Ausgangssignal ZAZV (High-Pegel) ab. Dieses Signal wird nur zur Erkennung des Papiers verwendet.

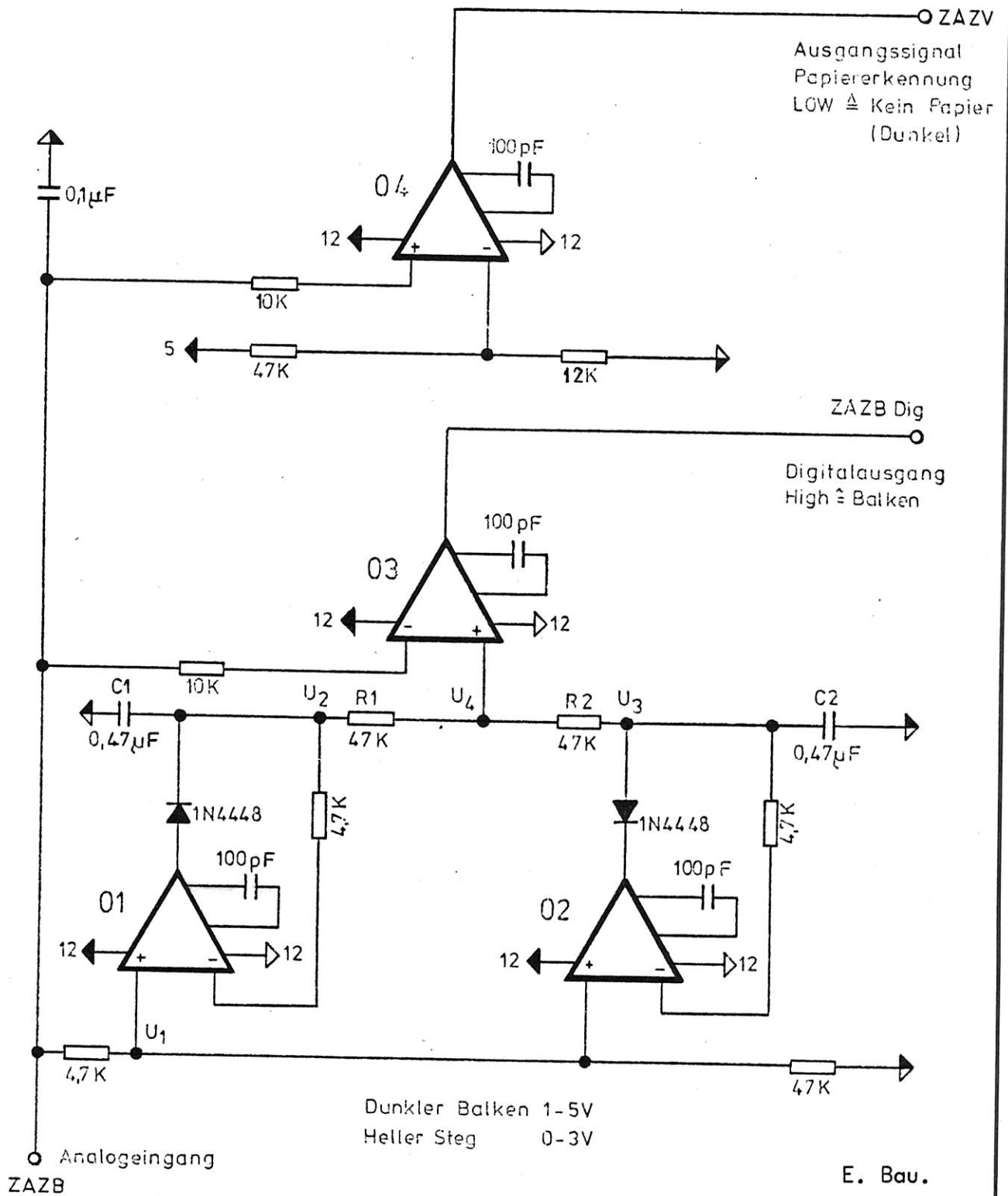
In einer Digitalisierungsschaltung wird zunächst das analoge Ausgangssignal der Lichtschranke in ein digitales Signal ZAZB Dig. gewandelt. Beim Lesen des Balkencodes werden durch das Schalten von O_1 die positiven Scheitelwerte (max. Remission) in C_1 abgespeichert (U_2), die negativen Scheitelwerte werden durch das Schalten von O_2 erkannt und in C_2 (U_3) abgespeichert.

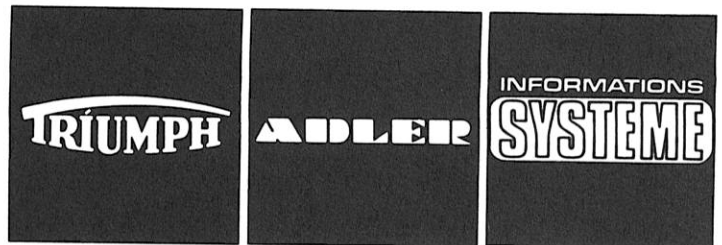
Aus dem Spannungsteilerverhältnis von R_1 und R_2 ergibt sich der Mittelwert der Remission von Papier und Balkencode (U_4), der so gewonnene Mittelwert wird mit dem Augenblickswert ZAZB, den die Lichtschranke gerade mißt, verglichen und je nach dem, ob der momentane Wert höher oder niedriger ist, schaltet O_3 den Ausgang Belegidentifikation auf High oder Low.

Das Digitale Ausgangssignal ZAZB Dig. bedeutet High $\hat{=}$ Balken; Low $\hat{=}$ Steg. Die Anpassung des Mittelwertes an sich ändernde Kontrastverhältnisse (Papier und Druck) erfolgt nicht sprunghaft, sondern mit einer gewissen Zeitkonstante. Diese Zeitkonstante ergibt sich aus C_1, C_2, R_1, R_2 . Sie ist auf die gewünschte Lesegeschwindigkeit auf die Balken und Stegbreite des Codes abgestimmt.

E. Bau.







Aus dem in der Digitalisierungsschaltung gewonnene Signal ZAZB Dig. wird in einer nachfolgenden Auswerteschaltung die Information ZAZD (Inf) und ein Rastertakt ZAZT (Takt) gewonnen.

Mit jeder Balkenvorderkante (positive Flanke von T1 bis negative Flanke von T2) wird der Ladekondensator C2 entladen.

Während der Codeabtastung wird der Kondensator C2 positiv beim Balken bzw. negativ beim Steg aufgeladen. Je nach dem, ob Balken oder Steg breiter waren, ergibt sich am Ende des Zyklus eine positive oder negative Kondensatorspannung die als Informationssignal über O5 ausgewertet wird. Die Information wird in einem FF abgespeichert. Der dazu um etwa 50 μ s zeitlich versetzte Takt ZAZT wechselt mit jedem Zyklus die Signalrichtung.

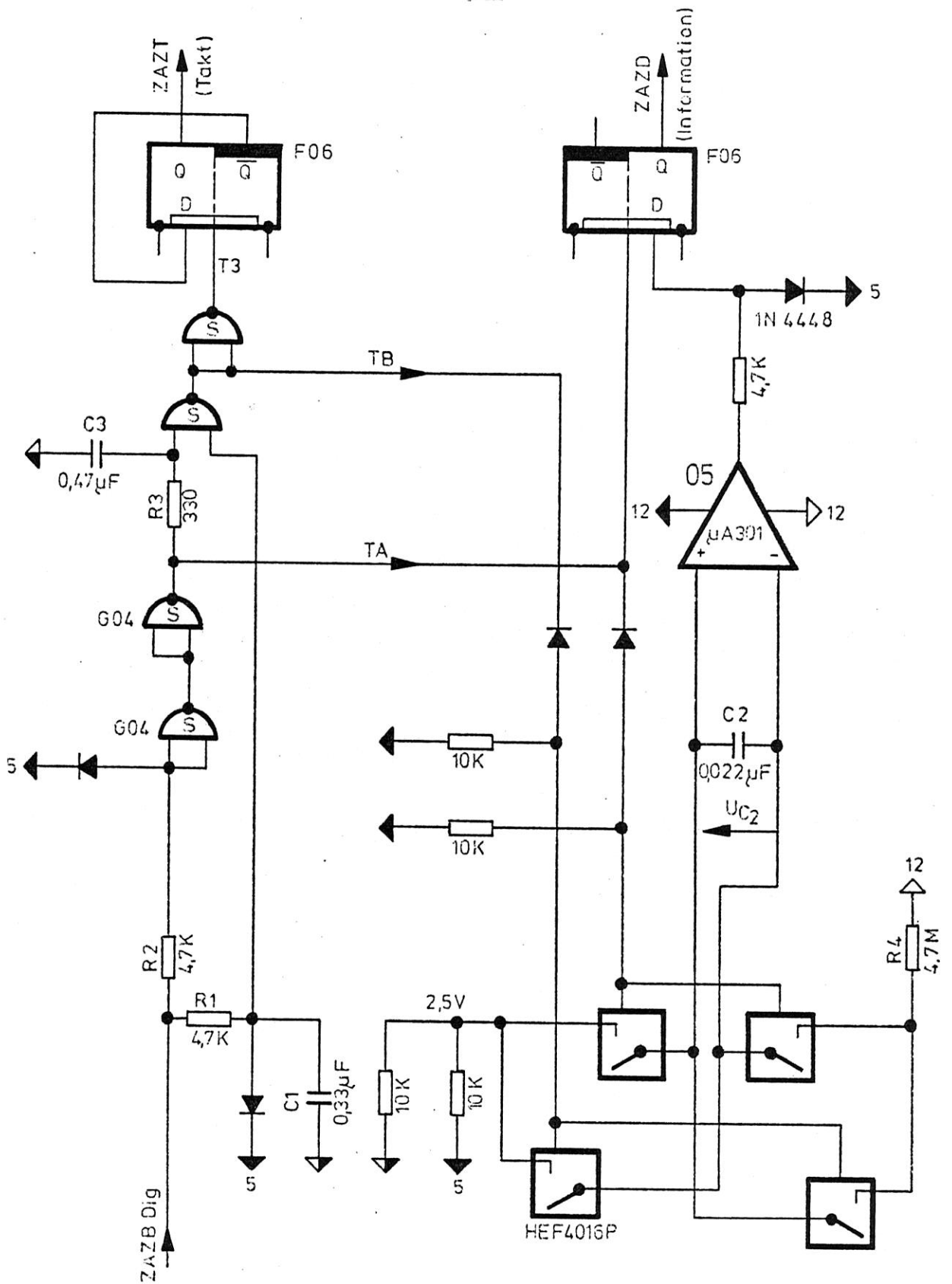
E. Bau.

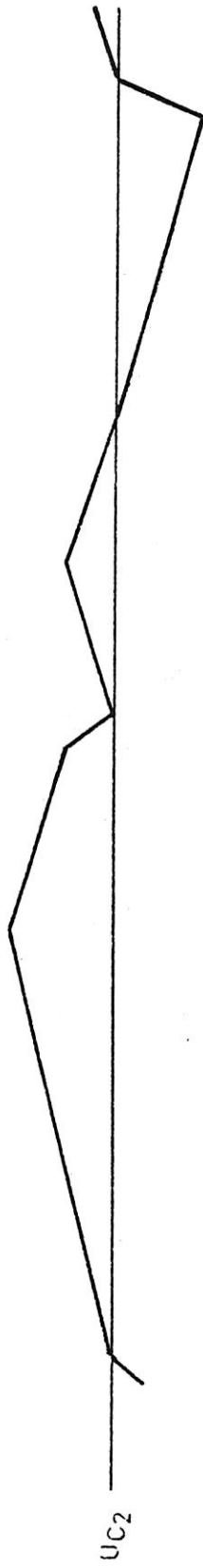
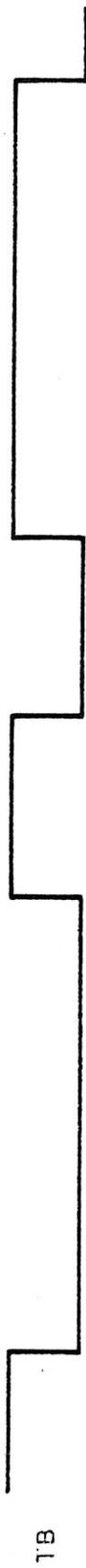
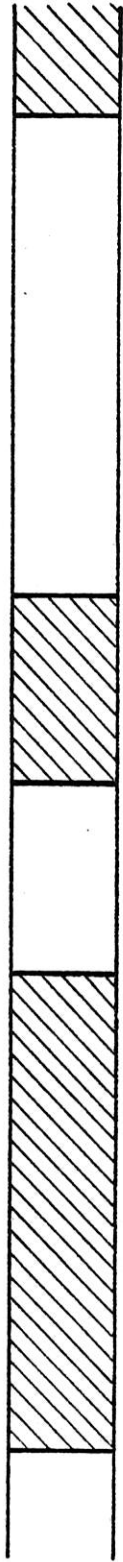
- 18 -



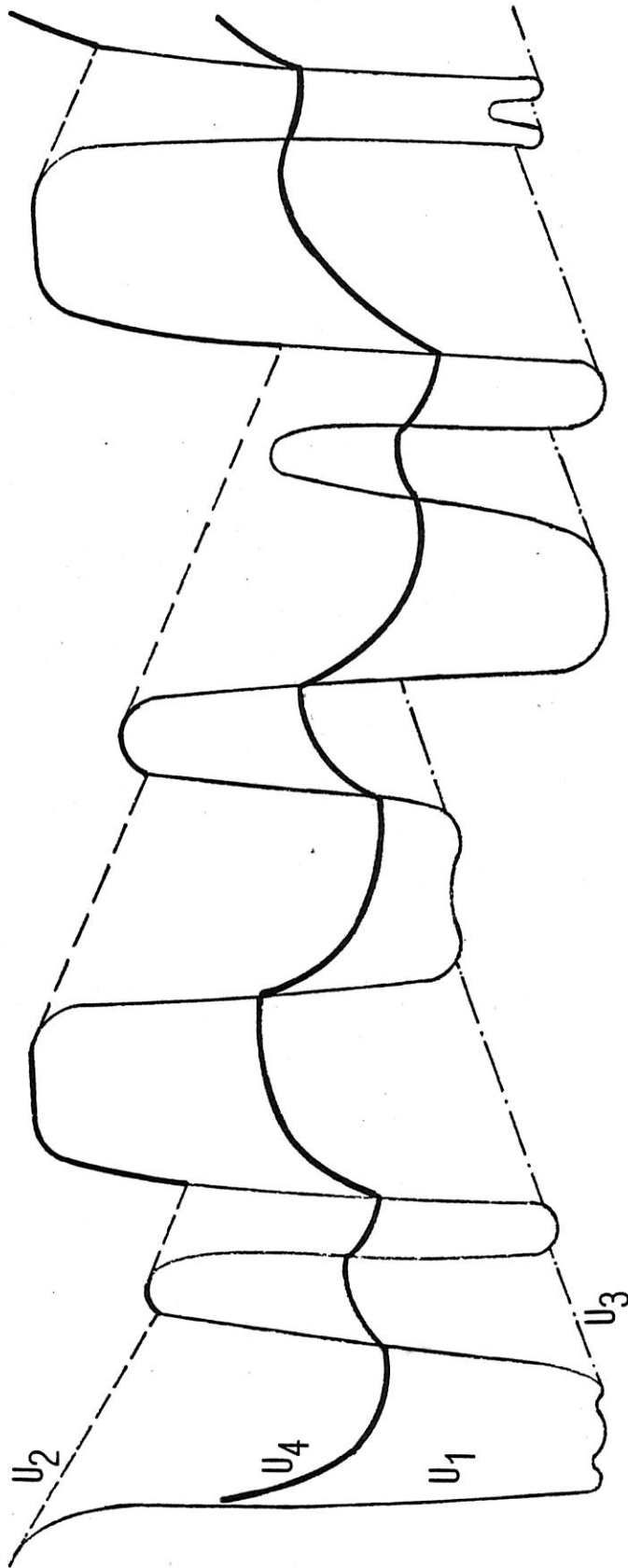
Deutsche Bundesbahn
Datenstation

I
TA1069
S

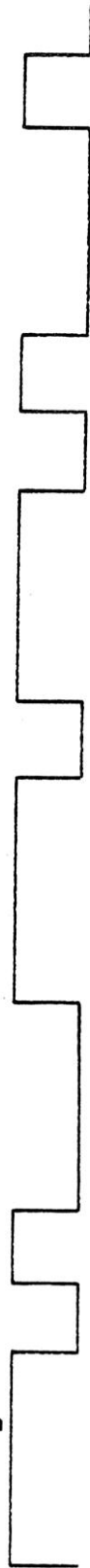




Balkencode



ZAZB Dig

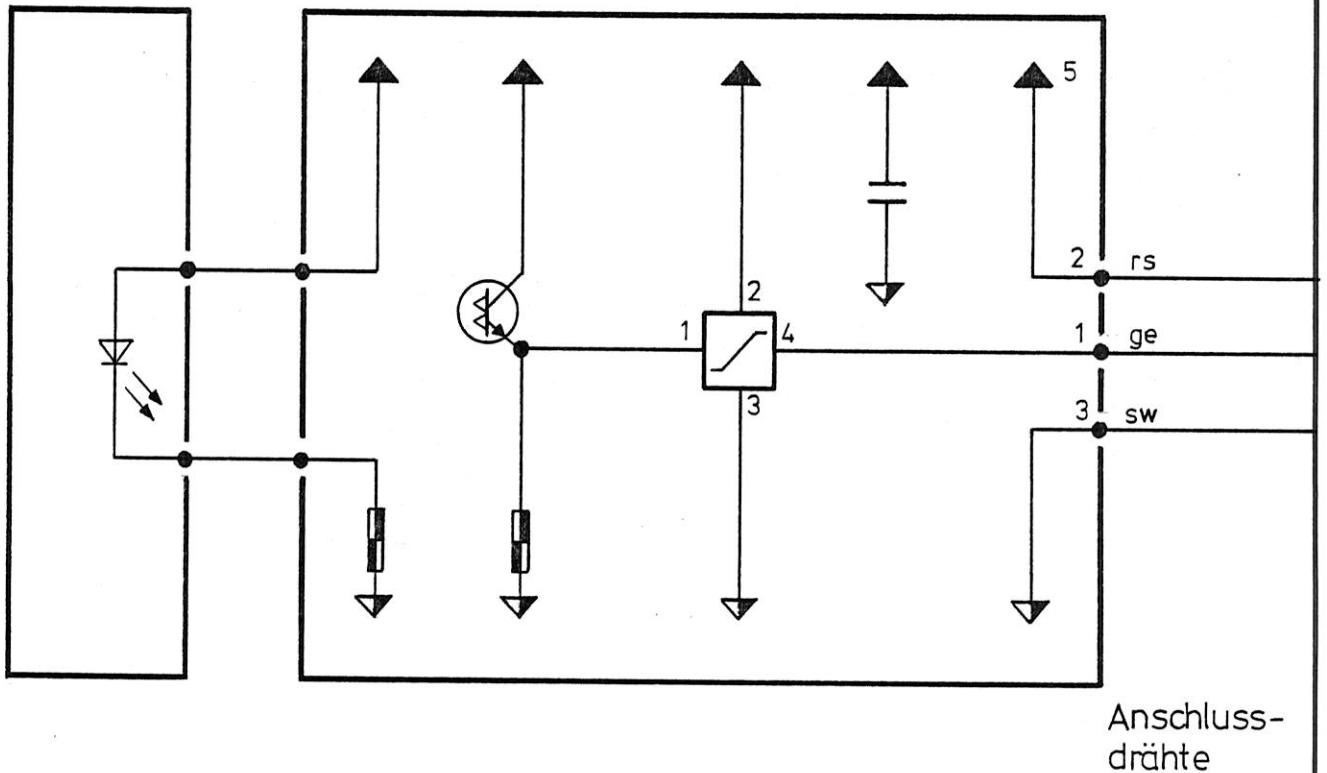


Durchlichtschranke

Die in der TA 1069 verwendeten Durchlichtschranken werden als Drehmelder beim Farbbandtransport und Schrittmelder bei Schrittmotoren verwendet. Bei der Durchlichtschranke wird das von der Luminiszenz Diode ausgesandte Licht durch ein sich drehendes Flügelrad unterbrochen.

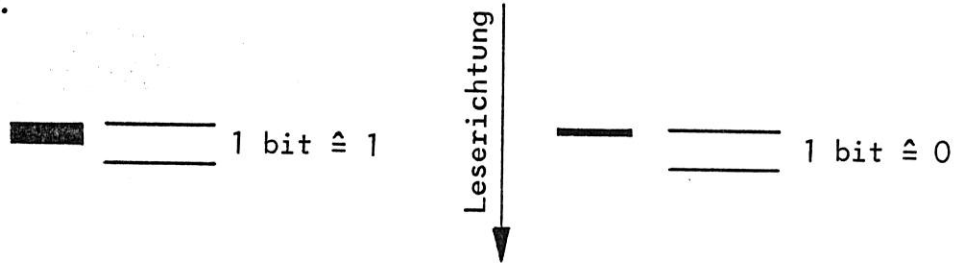
Es muß darauf geachtet werden, daß die Schlitze im Flügelrad senkrecht zum Lichtstrahl stehen.

Das Licht liegt im Infrarotbereich und ist deshalb nicht sichtbar.



Belegidentifikation

Die Belegidentifikation ist auf der Rückseite des Formulars.
 Das Codewort besteht aus schwarz/weiß (dunkel/hell) Balken und ist unterteilt in Informationsbits und Prüfbits. Information von 0 - 255 dezimal möglich.



Die Bitlänge ist konstant, nur der Schwarzanteil entscheidet ob 1 oder 0.

Schwarz > weiß ≅ 1

Schwarz < weiß ≅ 0

Als Endemarkierung des Codefeldes wird immer ein schmaler Balken ≅ 0 verwendet.

