



elektronik-bauelemente



APPLIKATIVE INFORMATION

A P P L I K A T I V E I N F O R M A T I O N

- für Anwender der Mikroelektronik -

hinweise

1. Alle Beiträge in den Heften der "Applikativen Information" dienen der Anregung bei Schaltungs- und Geräteentwicklungen bzw. beim Finden von Rationalisierungslösungen und vor allem dem Erfahrungsaustausch. Es können keine Verbindlichkeiten des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin zur Bereitstellung der in den Beiträgen vorgestellten elektronischen Bauelemente abgeleitet werden.

Grundlage dafür sind die Listen für elektronische Bauelemente und Bausteine, die über die Bauelemente-Verantwortlichen der Betriebe beim VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin angefordert werden können.

2. Reproduktionen in irgendeiner Form durch Druck, Kopienherstellung, Microfiche u. a. sind nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet. Auszüge, Referate und Besprechungen müssen die volle Quellenangabe enthalten.

elektronik

Seite

Universell einsetzbare Steuerungen und Gerätesysteme (2. Fortsetzung)	2
Mikroprogrammsteuerwerk zur Realisierung sequentieller Randomlogik	7
Automatisierung des technologischen Prozesses eines Kraftfuttermischwerkes	12

bauelemente

Ladungsgekoppelte Sensorzeile L 133 C	18
Funktion, Aufbau und Applikation des integrierten Temperatur- sensors B 511 N und Referenzspannungselementes B 589 N	30

applikation

Stereodekoder mit gleitendem Mono-Stereo-Übergang mit dem Schaltkreis A 290 D	41
--	----

beratungs- und informationsstellen mikroelektronik

Aus der Tätigkeit der Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin im Bezirk Halle	47
---	----

kurz berichtet

Schaltungsanordnung zur Signalisierung von Feuchtigkeit	56
Multimeter G-1004.500	57
Elektronische Regelung für Warmwasseraufbereitung	59
Standards für elektronische Bauelemente	61

jahresinhaltsverzeichnis 1985

Redaktionsschluß: 15.10.1985

herausgeber

veb applikationszentrum elektronik berlin
im veb kombinat mikroelektronik
- abteilung applikative information -
1035 berlin, mainzer straße 25

Ing. Gerd Jagodzinski
Dipl.-Ing. Jürgen Robbe

VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Universell einsetzbare Steuerungen und Gerätesysteme

Die Applikation universell einsetzbarer Steuerungen oder Gerätesysteme für technologische Prozesse vor allen Dingen bei der Rationalisierung, bestimmt in zunehmendem Maße das Interesse der Anwender. Damit steigt auch die Verantwortung des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin, aber vor allem die der Beratungs- u. Informationsstellen Mikroelektronik zur Beratung nicht nur von Bauelementen, sondern zum Einsatz der o. g. Gerätesysteme.

Hierbei stehen im Vordergrund die ausgereiften Gerätesysteme der Kombinate Elektro-Apparate-Werke, Automatisierungsanlagenbau und Robotron.

Es gibt eine Fülle von Informationsmaterialien, die Aussagen zu diesen vorhandenen Gerätesystemen machen. Jeder Gerätehersteller stellt darin seine für den speziell gedachten Anwendungsfall bzw. die von ihm für die jeweils vorgesehene Anwendung konzipierte Gerätekonzeption vor.

Für den Erstanwender läßt sich schwer einschätzen nach welchen Vergleichskriterien er die Systeme betrachten soll. Vor- und Nachteile sind nicht offensichtlich. Es gibt kein einheitliches Informationsmaterial, das für die Entscheidungsfindung des Erstanwenders - welches System er einsetzen kann - die Grundlage bildet.

Aus diesem Grund werden in einer Artikelserie wesentliche Steuerungen und Gerätesysteme, die sich bis jetzt in der Geräteindustrie bewährt haben, vorgestellt. Man muß natürlich zum Verständnis sagen, daß entsprechend der Steuerungsklassifikation auch ihre Anwendung unterschieden werden muß. Anliegen dieser Beschreibungen soll ein Vergleich sein - auf den Gebieten Anwendungsmöglichkeit und Leistungsklasse - der dem Erstanwender die Einsatzvorbereitung erleichtert.

Bereits veröffentlicht: I. Speicherprogrammierbare Steuerungen

1. Steuerungssystem PS 2000 AI 5(1984)5, S. 7-11
2. Speicherprogrammierbare Steuereinrichtung ursalog 5010
AI 5(1984)5, S. 11-15
3. Freiprogrammierbare Steuerung FPS 2
AI 6(1985)2, S. 15-21
4. Mikroprozessoreinrichtung ursadat 5000
AI 6(1985)2, S. 22-29

Dipl.-Ing. Regina Werner

VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin
im VEB Kombinat Mikroelektronik

II. Mikrorechner

1. Mikrorechnersystem K 1520

1.1. Kurzbeschreibung

Das Mikrorechnersystem K 1520 des VEB Robotron-Elektronik Zella-Mehlis besteht aus einem Sortiment von konstruktiv und funktionell aufeinander abgestimmten gerätetechnischen Baugruppen und den Systemunterlagen.

AI 7 (1986) H. 1

Nach dem OEM-Prinzip sind alle zum Systembestand des Mikrorechnersystems gehörenden Hard- und Softwarekomponenten in einer vom Anwender frei wählbaren Konfiguration lieferbar. Der Anwender kann das Sortiment durch eigene, nicht zum System gehörende Komponenten ergänzen. Er ist der Entwickler der daraus resultierenden, für den speziellen Einsatzfall zugeschnittenen Systemlösung.

Die wichtigsten Komponenten des Rechners sind:

- Zentrale Verarbeitungseinheit; Speicher
- Anschlußsteuerungen für Geräte und Interface
- systemspezifische periphere Geräte (Tastatur, Monitor, Programmierereinrichtung); Cross-MOS, Basis-MOS

Die Baugruppen des K 1520 sind sowohl für den Einbau in Geräte als auch für den Aufbau eigenständiger Mikrorechneranlagen geeignet.

Sie werden durch die Anschlußmöglichkeiten spezifischer peripherer Geräte wie Lochbandleser und -stanzer, Kassettenmagnetbandgeräte, Bediendrucker ergänzt. Die logisch-funktionellen Einheiten des Mikrorechners sind als Steckeinheiten der Abmessungen 250 x 170 mm² ausgeführt und werden durch den Systembus verbunden. Zur Aufnahme der Steckeinheiten dienen Steckeinheiteneinsätze.

Für die Stromversorgung der Mikrorechner-Konfigurationen können die Schaltnetzteile (Stromversorgungsmodule) aus der Einheitsbaugruppe "Stromversorgungsbaugruppen" des VEB Robotron-Elektronik Zella-Mehlis oder die Stromversorgungsmodule des Stromversorgungssystems "robotron K 1510" verwendet werden.

Es können - entsprechend der Auswahl des Systems - die Spannungen 5 V, 7 V, 9 V, 10,7 V, 12 V, 15 V, 24 V, 36 V und 60 V in den Leistungsklassen 20 W, 25 W, 50 W, 100 W und 150 W entnommen werden.

Als Systemunterlagen stehen eine Reihe von Geräteroutinen für die anschließbaren peripheren Geräte sowie Standardmodule zur rechentechnischen Bearbeitung von wissenschaftlich-technischen Aufgaben zur Verfügung. Für den Einsatz in Steuerungen aller Art (Steuereinheiten für Geräte und Anlagen, Prozeßsteuerungen) wird das generierungsfähige Echtzeit-Steuerungsprogrammsystem EIEX 1521 angeboten.

Die Anpassung der bereitgestellten Programmkomponenten an die jeweilige Baugruppen-Konfiguration kann mit Hilfe der Wirtsrechner-Systemunterlagen oder auf einem Mikrorechnerentwicklungssystem A 5601 erfolgen.

Des Weiteren werden Prüfsystemunterlagen zur Inbetriebnahme und Wartung bereitgestellt.

1.2. Baugruppenübersicht und Funktion

Baugruppe	Kurzzeichen	Typ	Funktion
- Zentrale Recheneinheit	ZRE	K 2521	Zähler/Zeitgeber; Taktgenerator; Anfangslöschung; parallele Ein- und Ausgabe; 4 KByte-Speicher (1 KByte stat. RAM/3 KByte EPROM)
	ZRE	K 2522	Wie K 2521, ohne Taktgenerator/Anfangslöschung
	ZRE	K 2523	Wie K 2521, ohne Zähler/Zeitgeber
	ZRE	K 2524	Wie K 2522, ohne Zähler/Zeitgeber
	ZRE	K 2525	Zähler/Zeitgeber; Taktgenerator; Anfangslöschung, 8 KByte EPROM

Als Mikroprozessor wird in allen Varianten der Schaltkreis U 880 D in n-Kanal-MOS-Technik eingesetzt. Verarbeitungsbreite: 1 Byte (8 Bit parallel)

- Operativspeicher	OPS	K 3520	4 KByte stat. RAM (n-MOS)
	OPS	K 3521	4 KByte stat. RAM (c-MOS)
	OPS	K 3525	16 KByte dyn.- RAM (n-MOS)
- Operativ-/ Festwertspeicher	OFS	K 3620	2 KByte stat. RAM/ bis 6 KByte EPROM (n-MOS)
	OFS	K 3621	2 KByte stat. RAM/ bis 6 KByte EPROM (c-MOS) abrüstbar in Stufen zu 1 KByte
- Festwertspeicher	PFS	K 3820	bis 16 KByte EPROM \ abrüstbar in Stufen zu 1 KByte

1.2. Baugruppenübersicht und Funktion (Fortsetzung)

Baugruppe	Kurzzeichen	Typ	Funktion
- Busverstärker	BVE	K 4120	Zur Systembusverlängerung und als Adapter für Prüfrechner
- Anschlußsteuerung für Folienspeicher	AFS	K 5121	Anschluß von max. 4 Floppy-Disk-Laufwerken des Typs MF 3200
- Anschlußsteuerung für robotron-Geräte	ADA	K 6022	1 x Ausgabekanal; 1 x Eingabekanal, für Anschluß von Geräten mit SIF 1000
- Anschlußsteuerung für Bedieneinheit	ABD	K 7022	Zum Anschluß der BDE K 7622
- Bedieneinheit	BDE	K 7622	Für Inbetriebnahme und Service
- Anschlußsteuereinheit für V 24	ASV	K 8021	Zwei duplexfähige Kanäle für Schnittstelle V 24 nach CCITT
- Steckeinheiten-Einsatz	STS	K 0120	120 mm breit, für 5 Steckeinheiten Mit Systembus in Form gedruckter Rückverdrahtung
	STS	K 0121	240 mm breit, für 11 Steckeinheiten. Mit Systembus in Form gedruckter Rückverdrahtung
- PROM-Programmierungseinrichtung	PPE	K 0420	Für Prüfung und Programmierung von PROM's der Typen U 555 C; bzw. ROM's der Typen U 505 D
- EPROM-Löschgerät	PLG	K 0421	Für paralleles Löschen von max. 8 EPROM's
- PROM-Aufnahmeeinheit	PAE	K 0422	Zum griffseitigen Anschluß an PPE K 0420
- Verbindungsleitung	LTG	K 0521	Für griffseitigen Anschluß des BVE K 4120
- Adapter für Verbindungsleitung	VLA	K 0522	Zur Kopplung des BVE K 4120 mit dem Sekundärbus

1.3. Technische Übersicht von Vergleichsparametern

(bezogen auf die Steckeinheiten ZRE K 2521 ... K 2525)

Betriebsspannung:	± 5 V; ± 12 V
Takterzeugung:	Quarznennfrequenz: 9832 kHz Systemtaktfrequenz: 2,4576 MHz $\pm 0,1$ %
Anschlußleistung:	entsprechend Baugruppenspezifikation der o. g. ZRE und Ausbaustufe mit weiteren Kartenbaugruppen
Einsatzklasse:	5 / 60 / 30 / 95 / 10 - 1 _E
Summe der Ein- und Ausgänge:	256 Ein- / 256 Ausgabeadressen (erweiterbar)
Anzahl der Peripheriebaugruppen:	acht
Programmspeicherart:	EPROM U 555 C; stat. RAM U 202 D
Programmspeicherkapazität:	K 2521 ... K 2524 3 KByte EPROM, 1 KByte stat. RAM K 2525 8 KByte EPROM K 3520 4 KByte stat. RAM (n-MOS) K 3521 4 KByte stat. RAM (C-MOS) K 3525 16 KByte dyn. RAM (n-MOS) K 3620 2 KByte stat. RAM 6 KByte EPROM (n-MOS) K 3621 2 KByte stat. RAM 6 KByte EPROM (C-MOS) K 3820 16 KByte EPROM
Wortlänge (Daten):	1 oder 2 Byte
Zykluszeit:	407 ns
Befehlsumfang:	158 Basisbefehle

Konstruktion:

Steckeinheit: 215 x 170 mm²

Steckraster: 20 mm

Steckeinheiteneinsätze: 120 mm breit für 5 Steckeinheiten
240 mm breit für 11 Steckeinheiten

steckbar in den BG-Einsätzen des EGS wie einzelne Leiterplatten und aufreihbar bis auf 480 mm

Hersteller:

VEB Robotron-Elektronik Zella-Mehlis

Klassifizierung:

Mikrorechnersystem mit 8-Bit-Mikroprozessor

Vor- und Nachteile:

Modularer Aufbau

kundenspezifische und eigene Baugruppen problemlos anschließbar

entsprechend Anwendereinsatz auf- und abrüstbar

Speicheradressierungsbereich erweiterbar auf 128 KByte

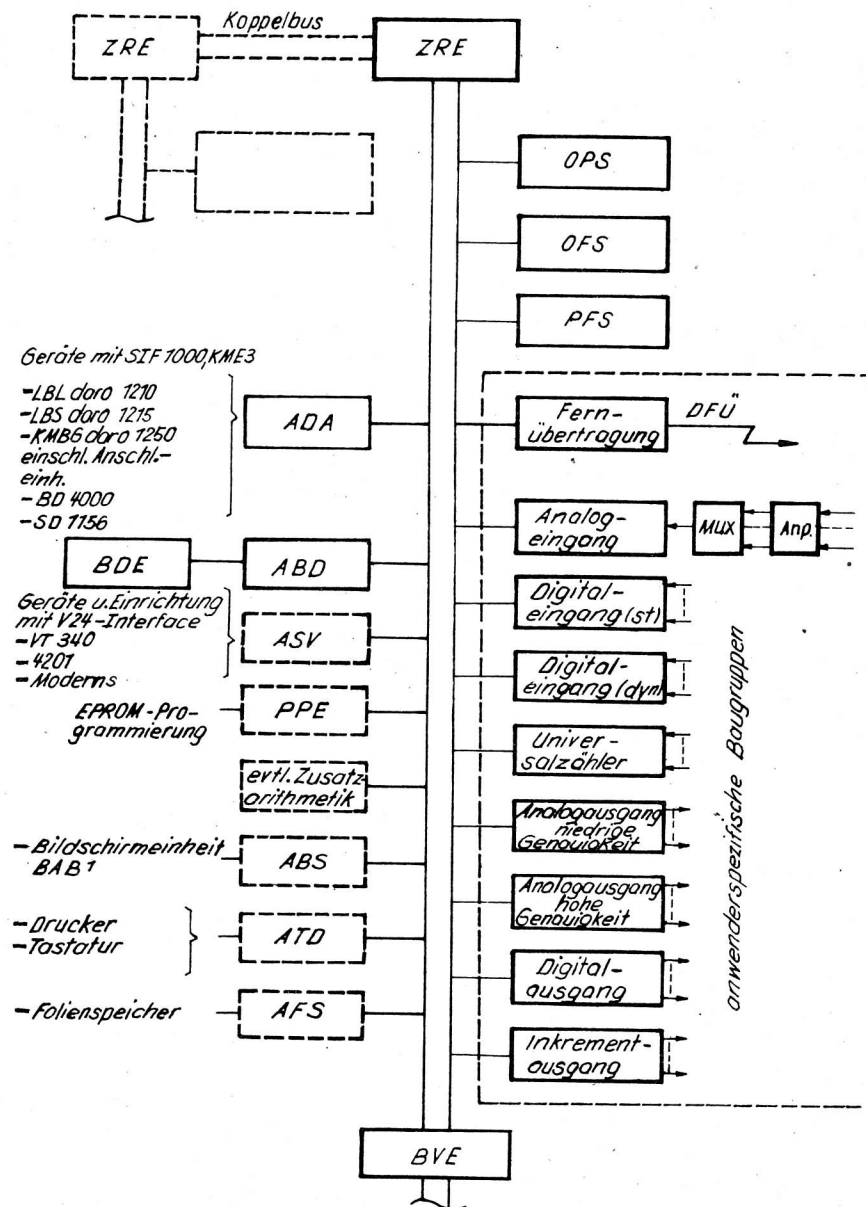


Bild 1: Gerätekonfiguration des K 1520

1.4. Anwendungsmöglichkeiten

Automatisierte Produktionssteuerung, Überwachung von Prozessen, Zentrale Meßwerterfassung, programmierte Maschinensteuerung.

Labor- und Prüffeldautomatisierung, Steuerung Meßwertverarbeitung von Einzelgeräten und Gerätekomplexen.

Informationsverarbeitungssysteme, Steuerung von Datenein- und -ausgabe, peripheren Geräten und Datenfernübertragung.

Dezentrale Steuerung des Straßenverkehrs, Überwachung und Steuerung gebäudetechnischer Anlagen.

Wissenschaftlich-technische und ökonomische Aufgaben, Datenerfassung und Datensammelsysteme; Buchung, Fakturierung und Abrechnung.

Literatur:

- /1/ Betriebsdokumentation, OEM Mikrorechnersystem K 1520 Systemunterlagen
VEB Robotron Vertrieb Berlin
- /2/ Prospekt Mikrorechnersystem "robotron K 1520" des VEB Kombinat Robotron
- /3/ Autorenkollektiv: OEM - Mikrorechner robotron K 1520.
Neue Technik im Büro, Berlin 27(1984)4, S. 102-103
- /4/ B. Bader: Hinweise zur Konfiguration von Mikrorechnern robotron K 1520.
Neue Technik im Büro, Berlin 24(1980)6, S. 177-179
- /5/ B. Bader: Mikrorechnersystem K 1520 radio fernsehen elektronik,
Berlin 28(1979)10, S. 616-620

Dipl.-Ing. Konrad Malsch

VEB Mikroelektronik "Wilhelm Pieck" Mühlhausen
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Mikroprogrammsteuerwerk zur Realisierung sequentieller Randomlogik

1. Allgemeines

Die im Folgenden vorgestellte speicherprogrammierbare Steuerung wurde für den Einsatz in Handhabungsgeräten bzw. automatischen Be- und Verarbeitungsmaschinen entwickelt. Darüber hinaus ist sie universell einsetzbar, wenn es darum geht, sequentielle Steuerungsfunktionen zu erfüllen.

Aus maximal 32 binären Eingangsinformationen werden programmgesteuert bis zu 28 binäre Ausgangssignale gebildet. Die dabei möglichen 512 Programmschritte erlauben es bereits, Steuerungsprobleme größeren Umfangs zu lösen.

Neben Steuerungen auf der Basis von Mikrorechnern zeichnet sich das vorliegende Konzept dadurch aus, daß es ökonomisch günstigere und strukturell einfachere Lösungen ermöglicht sowie wesentlich höhere Arbeitsgeschwindigkeiten zuläßt. Weiterhin können auf Grund der vereinfachten einheitlichen Steuerungskonfiguration die Entwicklungszeiten in der Aufbau- als auch in der Inbetriebnahmephase im Vergleich zu verbindungsprogrammierten Steuerungen drastisch gesenkt werden. Zu diesen günstigen Eigenschaften kommen noch die einfache Programmierbarkeit, geringer ökonomischer Aufwand, hohe Flexibilität bezüglich Änderungen und nicht zuletzt die auf Grund der wenigen, aber hochintegrierten Bauelemente gesteigerte Zuverlässigkeit hinzu.

2. Hardwarelösung

Das in /2/ und /3/ vorgestellte Arbeitsprinzip eines Mikroprogrammsteuerwerkes bildete die Grundlage für die nachfolgend beschriebene Schaltungsentwicklung. Aus dem Blockschaltbild (Bild 1) ist die Grundstruktur des Steuerwerkes ersichtlich.

Zu den wichtigsten Baugruppen gehören der Eingangsmultiplexer, der Programmspeicher mit Adreßzähler, die Ausgaberegister, der Taktgeber sowie eine Registerauswahllogik. Davon unabhängig arbeitet ein Zeitgeber zur Erzeugung beliebiger Verzögerungszeiten. Die eingangsseitige Prozeßkopplung der Steuerung erfolgt über Eingangsstufen, welche je einen Optokoppler mit Triggerverhalten zur Potentialtrennung sowie eine minimale Störerschutzbeschaltung enthalten. Die Eingangsleitungen, welche von Relaiskontakten, Endlagenschaltern, Initiatoren und dgl. gegen die externe Masse durchgeschaltet werden müssen, führen auf die Eingangsmultiplexer. Diese wählen das für den jeweiligen Zustandsübergang benötigte Eingangssignal aus. Folglich kann im Programmablauf immer nur eine Eingangsvariable abgefragt werden. Ist für einen Zustandsübergang die kombinatorische Verknüpfung mehrerer Eingangsgrößen erforderlich, so müssen diese seriell abgearbeitet werden. Durch Einfügung zusätzlicher Serialisierungszustände kommt es zu einer Aufblähung des Programmablaufgraphen. Der Vorteil dieser Schaltungsvariante liegt darin, daß die Eingangsleitungen nicht direkt mit den Adreßleitungen des Programmspeichers verbunden sind, sondern diese Verbindung wahlweise mit Hilfe des Multiplexers durchgeschaltet wird. Das führt zu einer Reduktion des bereitzustellenden Adreßraumes und somit zu einer effektiveren Ausnutzung des für Belange der Steuerungstechnik ungünstigen Speicherformates von 1024 x 8 Bit. Für dieses Prinzip spricht außerdem, daß in den meisten praktischen Aufgabenstellungen nur eine oder wenige Eingangsvariablen für den Übergang zum Folgezustand von Bedeutung sind. /1/.

Die Multiplexerschaltkreise werden durch fünf Maskierungsvariable M0 ... M4 zustandsabhängig angesteuert. Die nachfolgende Antivalenzschaltung wirkt als steuerbarer Inverter /4/. Sie ermöglicht in Abhängigkeit der Belegung der Steuerleitung ST eine Invertierung des relevanten Eingangssignals. Dadurch ist die Betriebsart des Adreßzählers (zählen/laden) nicht an die Belegung der ausgewählten Eingangsleitung gebunden. Das erleichtert nicht nur die Programmierung, sondern erspart auch Aufwand im Eingangsmultiplexer.

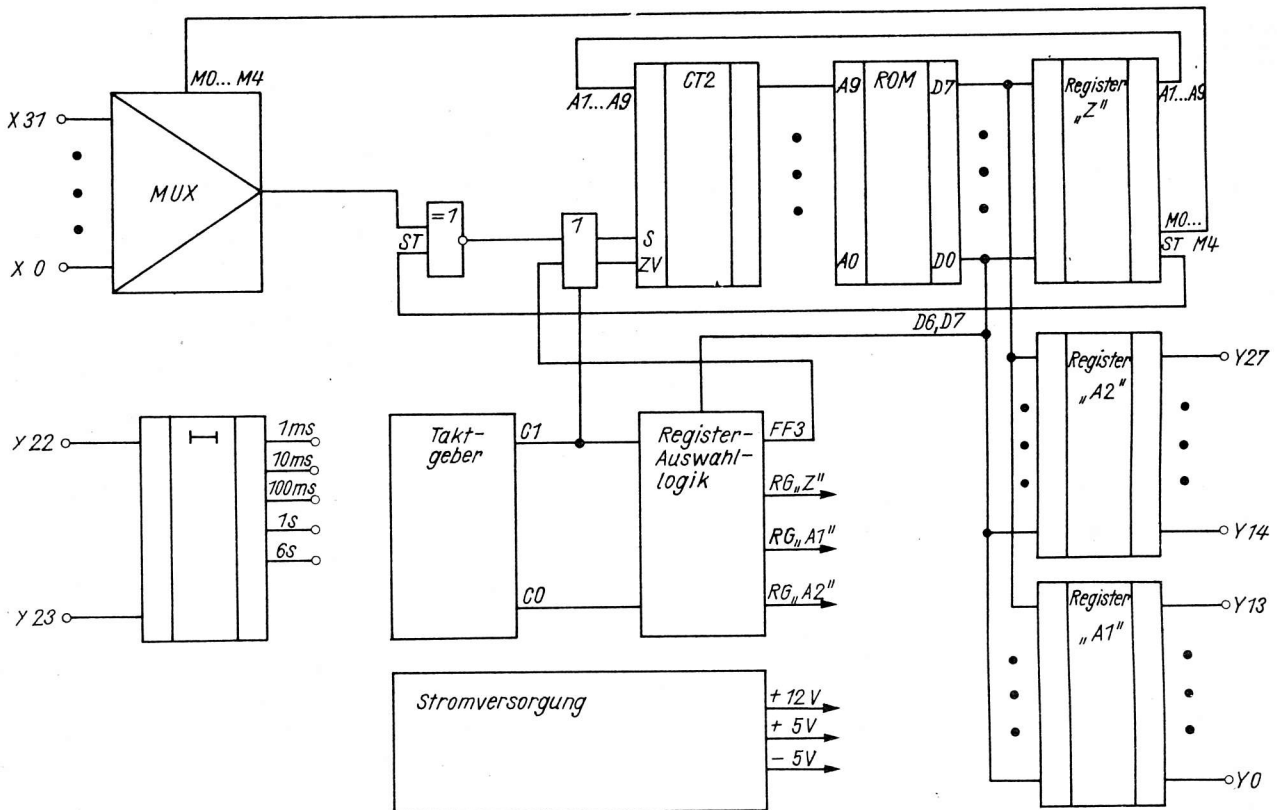


Bild 1: Blockschaltbild des Mikroprogrammsteuerwerkes

Mit der sich anschließenden ODER-Schaltung ist es möglich, in Abhängigkeit vom logischen Pegel der relevanten Eingangsvariablen, den Adreßzähler mittels eines Taktimpulses akkumulativ um "Eins" zu erhöhen oder ihn mit einer neuen Adresse zu laden. Zu diesem Zweck wird der Takt C1 wahlweise auf den Vorwärtszähl- bzw. Setzeingang des Adreßzählers durchgeschaltet. Auch dieses Prinzip der Folgeadreßbestimmung entspricht der Steuerungspraxis, wo überwiegend lineare Programmabläufe zu verzeichnen sind. Die zehn Ausgangsleitungen des Adreßzählers münden direkt in die Adreßeingänge des Speicherschaltkreises U 555 D, dessen geringe Datenwortbreite von 8 Bit zwingt dazu, auch den Ausgabeprozeß konsequent zu realisieren. Zu diesem Zweck wurden drei Registerblöcke mit einem Speichervermögen von jeweils 16 Bit vorgesehen. Das Register "Z" dient zum einen der Zwischenspeicherung der Maskierungsinformation zur Steuerung der Eingangsmultiplexer und andererseits der Bereitstellung der Folgezustandsadresse im Falle eines Sprungbefehls. An den Adreßzähler werden nur geradzahlige Adressen übergeben, da das jeweils zweite Byte einer Ausgabe durch automatisches Erhöhen des Zählerinhaltes um "Eins" adressiert wird. Die scheinbare Wortbreite des Programmspeichers beträgt somit 16 Bit. Daraus resultiert zwar eine Verdopplung der minimalen Reaktionszeit auf $4 \mu\text{s}$, aber das gegebene Speicherformat läßt sich wesentlich effektiver ausnutzen. Im konkreten Fall erübrigt sich der Einsatz eines zweiten Speicherschaltkreises. Ein weiteres Bit des Registers "Z" dient der Steuerung der obengenannten Antivalenzschaltung, wodurch die Eingangsbelegung wahlweise invertiert werden kann. Die Register "A1" und "A2" wirken als Zwischenspeicher und Treiber für die Ausgangssignale. Somit ist gewährleistet, daß in den Serialisierungszuständen des Steuerwerkes (bei aufeinanderfolgender Abfrage mehrerer Eingangsvariablen) die Ausgangsbelegungen des letzten Prozeßzustandes erhalten bleiben. Das Register "A2" wurde zur Hälfte (8 Bit) mit Zähler-schaltkreisen realisiert. Damit steht ein universelles Zähl- und Speicherregister (Akku) zur Verfügung. Der Vor- bzw. Rückwärtszähleingang kann z. B. mit Zeitbasissignalen (TTL-Pegel) frei beschaltet werden. Durch direkte Verbindung der Zähler- bzw. Überlaufausgänge mit Eingangsleitungen wird es möglich, den Registerinhalt im Programm zum Beispiel zur Gewinnung bestimmter Verzögerungszeiten auszuwerten. Das Laden des Zählerregisters kann sowohl vom Programmspeicher als auch über externe Vorwahlschalter (invertierter BCD-Kode) erfolgen. Zu

diesem Zweck wurden die Ladeeingänge mit Pull-up-Widerständen versehen und nach außen geführt. Ein an die höchstwertigen Bits des Registers "A2" angeschalteter Dekoder entscheidet, ob die Information vom Programmspeicher oder von einem der maximal sieben anschließbaren Vorwahldrehschalter in das Zählregister geladen wird.

Die Ausgangssignale stehen über Optokoppler galvanisch getrennt zur Verfügung. Alle Ausgangspegel werden mittels Leuchtdioden signalisiert.

Prozeßseitig lassen sich über Darlingtontrelays oder Thyristoren direkt ansteuern.

Im Taktgeber wird mittels eines RC-Oszillators der Systemgrundtakt C mit einer Frequenz von 1 MHz erzeugt.

Für Inbetriebnahme und Service ist ein Handtakt vorgesehen, der jeweils zwei Systemtaktperioden erzeugt und somit die fehlerfreie Abarbeitung von Einzelbefehlen erlaubt.

In der Registerauswahllogik werden die Takte C0 und C1 mit den beiden höchstwertigen Bits (D 6, D 7) des jeweils ersten Datenbytes (Operations-Kode) derart verknüpft, daß schließlich ein 6-Phasen-Takt zur Ansteuerung der Register entsteht.

Bit D 7 kennzeichnet das aktuelle Datenwort als Ausgabeinformation (Belegung "0") oder als Maskierungs- und Folgeadreseinformation (Belegung "1"). Im Falle einer Ausgabeoperation entscheidet noch das Bit D 6, ob diese im Register "A1" (Belegung "1") oder im Register "A2" (Belegung "0") abgelegt werden soll.

Eine zentrale Reset-Schaltung wirkt beim Einschalten sowie bei Ausfall der Versorgungsspannung von 5 V. Neben dem Rücksetzen des Taktgebers erfolgt das Löschen des Adreßzählers, so daß die Programmabarbeitung automatisch bei Adresse "00 00" beginnt.

Mit Hilfe eines universellen Zeitgeber- und Teilerschaltkreises werden aus einer Oszillatorfrequenz von 102,4 kHz die vier Zeitbasissignale (10 ms, 100 ms, 1 s, 6 s) abgeleitet. Durch Verbindung des Teilerstarteinganges mit einer Ausgabeleitung (vorzugsweise Y 23) ist es möglich, Zeitabläufe programmabhängig zu starten und zu stoppen. Die Zeitbasis "1 ms" wird mit Hilfe eines Monoflops erzeugt, dessen Starteingang ist wiederum mit einer Ausgabeleitung (Y 22) zu verbinden.

Die beschriebene Schaltungsanordnung ist zum Zwecke der Optimierung sowohl seitens der Eingangsmultiplexer als auch der Ausgaberegister hardwaremäßig abrüstbar.

Die Stromversorgung von Logikschaltkreisen und Registern (5 V) erfolgt mit Hilfe eines Schaltreglers aus einer Rohspannung von ca. 20 V. Dabei kommt der Schaltkreis B 260 D in seiner üblichen Beschaltung zum Einsatz. Den Überstromschutz sichert die integrierte Schaltung B 260 D, während bei Überspannungen mittels Thyristor eine Schmelzsicherung zerstört wird und somit auch die anderen Systemspannungen ausfallen. Die zur Versorgung des Speicherschaltkreises erforderliche negative Hilfsspannung von -5 V wird durch Spannungsverdopplung und Z-Diodenstabilisierung aus der im Schaltregler entstehenden Wechselspannung gewonnen. Die Spannung +12 V läßt sich mittels Festspannungsregler aus der Rohspannung stabilisieren. Eine Überwachung dieser Spannung erfolgt über den Fernsteuereingang des B 260 D.

3. Softwarebeschreibung

Die Programmierung des Mikroprogrammsteuerwerkes erfolgt entweder direkt im Maschinenkode, wozu keine speziellen EDV-Programmierkenntnisse erforderlich sind, oder mit Hilfe mnemotechnischer Befehle. Das Programmieren mit Mnemonics fällt besonders dann leicht, wenn Vorkenntnisse in der Verwendung von Programmiersprachen vorliegen. Ein wesentlicher Vorteil der mnemotechnischen Sprache ist, daß sie dem Operationsvorrat und damit der Leistungsfähigkeit speicherprogrammierbarer Geräte keine Grenzen setzt.

Für den Prozeß der Programmierung wird folgende Vorgehensweise empfohlen; /3/:

a) Notierung der Steuerungsaufgabe

Zur Notierung der Steuerungsaufgabe steht eine Vielzahl von Beschreibungsmitteln, wie z. B. die verbale Beschreibung, das Impulsdigramm, die Automatentabelle oder der Programmablaufgraph zur Verfügung. Durch die technologische Entwicklung der letzten Jahre, die durch den Begriff des Mikrocomputers sehr stark geprägt wurde, gewinnt die Problem-

beschreibung mit Hilfe des Ablaufgraphen eine immer größere Bedeutung. Einerseits, weil diese Form der Darstellung der Wirkungsweise sequentieller Steuerungen näher kommt als andere Beschreibungsformen und andererseits, weil sie auch der verbalen Beschreibungsform näher verwandt ist, als andere Formen. Der Programmablaufgraph basiert auf standardisierten Sinnbildern, deren Handhabung leicht erlernbar ist.

b) Auflisten der Programmdaten

Für die Programmierung im Maschinenkode erfolgt die Auflistung der Programmdaten günstigerweise durch Ausfüllen eines steuerungsspezifischen Programmierbeleges, aus dem die Daten zur Übertragung in den Festwertspeicher direkt entnommen werden können. Außerdem sollte dieser Beleg eine Kontrolle auf formale Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit der Beschreibung gewährleisten.

Eine effektive Programmierung mit Mnemonics ist nur unter Einsatz eines Rechnersystems (z. B. Mikrorechnerentwicklungssystem) möglich, welches Editierkommandos, wie z. B. Streichen von Befehlen, Verschieben von Programmteilen usw. ausführt, die Kontrolle der syntaktischen Richtigkeit eines Programms übernimmt, sowie die Übersetzung in den Maschinenkode realisiert. Außerdem besteht durch Einsatz eines Rechners die Möglichkeit der automatischen Programmdokumentation. Ein Objektcodeeditor, welcher auf dem Minientwicklungssystem MICROCOMBI lauffähig ist, befindet sich zur Zeit in Entwicklung.

c) Übertragung des Programms in den Festwertspeicher

Dieser Arbeitsgang kann für den verwendeten Speicherschaltkreis U 555 D mit Hilfe des MICROCOMBI oder eines ähnlichen Systems, welches über eine PROM-Programmiereinrichtung verfügt, durchgeführt werden.

3.1. Ausgabeoperationen

Ausgabeoperationen, wie auch die nachfolgend beschriebenen Sprungbefehle werden 16-Bit-weise kodiert. Zur Kennzeichnung der Ausgabeinformation wird das höchstwertige Bit "0" gesetzt. Das nächst niederwertige Bit entscheidet mit seiner Belegung, ob die Information im Ausgaberegister "A1" (Belegung "1") oder "A2" (Belegung "0") abgelegt wird. Alle anderen Bitstellen sind gemäß der vereinbarten Funktion zu programmieren. Dabei startet vorzugsweise Y 22 mit "0"-Pegel das Monoflop "1 ms", und Y 23 mit "0"-Pegel den Zeitgeberschaltkreis.

Ausgabeoperationen können an beliebiger Stelle im Programm auch mehrfach eingebunden werden. Der erste Befehl eines jeden Programms sollte allerdings eine Ausgabe beinhalten, um damit die definierte Ausgangslage aller Systemkomponenten sicherzustellen.

3.2. Bedingte und unbedingte Sprünge

Sprungbefehle ermöglichen es, in Abhängigkeit von der Belegung der ausgewählten Eingangsvariablen, die Automatik des Adreßzählererhöhens beizubehalten (linearer Programmverlauf) oder eine Programmverzweigung durch Laden einer neuen Adresse auszuführen. Diese Sprungadresse wird in den Bitstellen C ... 8 (A1 ... A9) kodiert, während die Adressierung der relevanten Eingangsleitung mit den Bitstellen 9 ... 13 (M0 ... M4) erfolgt. Bit 14 legt fest, ob der Sprung bei Eingangspegel "0" (Belegung "0") oder "1" (Belegung "1") ausgeführt werden soll. Sprungbefehle sind in der höchstwertigen Bitstelle durch die Belegung "1" gekennzeichnet.

Unbedingte Sprünge, z. B. am Programmende, können ausgeführt werden, wenn die Leitung X0 auf "1"-Pegel abgefragt wird. Der Eingang X0 wurde zu diesem Zweck hardwaremäßig auf "1" gelegt.

Sollen mehrere Eingangsleitungen gleichzeitig überwacht bzw. logisch verknüpft werden, ist eine Serie von Sprungbefehlen mit jeweils anderer Eingangsadresse zu programmieren. Die Belegung der Ausgaberegister bleibt bei Abarbeitung der Sprungbefehle unverändert.

3.3. Verzögerungszeiten

Da in der überwiegenden Zahl praktischer Anwendungsfälle zeitabhängige Steuerfunktionen realisiert werden müssen, lag es nahe, das eigentliche Mikroprogrammsteuerwerk um eine Zeitgeberschaltung zu

erweitern. Diese Schaltung, ermöglicht es, beliebige Zeitvorgänge im minimalen Raster von 1 ms zu programmieren.

Aus programmtechnischer Sicht bietet es sich an, die Zeitgeberausgänge oder die Überlaufausgänge des Zählregisters zu bewerten.

Literatur:

- /1/ Grass, W.: Steuerwerke
Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verl. 1978
- /2/ Hoier, B.; Greiner, H.: Digitales Steuerungskonzept mit bitserieller Verarbeitung. Nachrichtentechnik Elektronik, Berlin 31 (1981) 10, S. 400 - 401
- /3/ Habiger, E.; Hammer, W.: Mikroprogrammsteuerwerke - Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten in der industriellen Steuerungstechnik. messen steuern regeln, Berlin 24 (1981) 17, S. 370 - 375
- /4/ WP 150 379 DD. Schaltungsanordnung für ein Speicherprogrammiertes Steuerwerk. Vertreter: VEB Numerik "Karl Marx" Karl-Marx-Stadt

FSD Dr.-Ing. Herbert Kempf

Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik
des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin
für den Bezirk Halle

Automatisierung des technologischen Prozesses eines Kraftfuttermischwerkes

1. Einleitung

In Kraftfuttermischwerken werden Mischfuttermittel getrennt nach Sortimenten auf der Grundlage bestimmter Rezepturen für die Tierproduktionsbetriebe der sozialistischen Landwirtschaft hergestellt. Ausgangsstoffe sind wertvolle Getreidearten und Zuschlagstoffe, die in einem technologischen Prozeß dosiert und gemischt werden, wobei sich die Rezepturen der Mischfuttermittel entsprechend ihren Verwendungszwecken durch die Art und die Anteile der Komponenten unterscheiden.

Die zu verarbeitenden Komponenten werden in Zellen (Silos) nach Arten getrennt gespeichert. Von der Steuerzentrale des Mischfutterwerkes wird der gesamte Dosier- und Mischvorgang entsprechend der Rezeptur gesteuert und überwacht. Die Eingabe eines Dosierprogramms (Rezeptur) in die Steuerung erfolgt durch jeweils eine Lochkarte. Die automatische Dosierung wird über Translog I-Bausteine realisiert. Die Rohstoffe gelangen aus den Zellen mittels Förderschnecken zu Dosierwaagen, die die Masseerfassung vornehmen und das Ergebnis im BCD-Kode der Steuerzentrale kurzzeitig zur Verfügung stellen. Die Sollmasse einer Charge beträgt 500 kg. Mit dem Entleeren der Waage erfolgt auch eine Löschung des angezeigten Wäageergebnisses. Die Istmasse einer Charge weicht von der Sollmasse mehr oder weniger stark ab. Das ist bedingt durch verschiedenste Faktoren wie z. B. das Nachlaufen einzelner Förderaggregate, dem Nachlaufen von Komponenten aus Rohrverbindungen, dem Zeitpunkt der Schließung des jeweiligen Silos.

Die einzelnen Chargen werden anschließend, nach ihrer Rezeptur getrennt, gemischt, über ein Sieb zur Aussonderung grobkörniger Anteile, die anschließend in Mahlwerken zerkleinert und dem laufenden Mischprozeß wieder zugeführt werden, geleitet, einem Finalproduktsilo zugeführt und schließlich auf LKW oder Güterwaggon verladen dem einzelnen Landwirtschaftsbetrieb zur Verfügung gestellt.

Zur Dosierung der einzelnen Rohstoffe stehen 21 Dosierzellen (Silos) und drei Dosierwaagen zur Verfügung. Die Kontrolle der dosierten Rohstoffmenge und die Überwachung der Lagerbestände macht es erforderlich, daß an das vorhandene System eine elektronische Addier- und Speichereinheit gekoppelt wird. Diese muß jedes Wäageergebnis fortlaufend pro Zelle speichern, anzeigen und ausdrucken. Nach Fertigstellung eines Auftrages, am Ende einer Schicht usw. muß die Gesamtmasse für jede einzelne Zelle ausgedruckt werden.

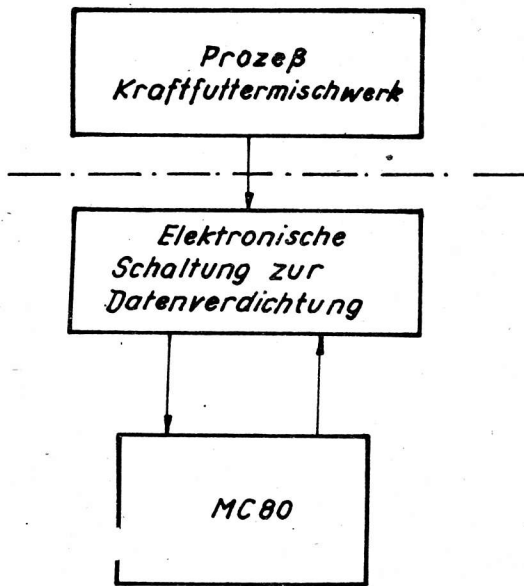
Zur Abgrenzung der Aufgabenstellung gibt Bild 1 Hinweise.

Vom technologischen Prozeß des Kraftfuttermischwerkes werden die notwendigen Daten zur Addition und Speicherung, getrennt nach Zelle und Waage, bereitgehalten und sind schließlich einer zu schaffenden elektronischen Schaltung zur Datenverdichtung zu übergeben. Von der elektronischen Schaltung zur Datenverdichtung wird ein Mikrocomputer MC 80 angesteuert, der die Addition und Speicherung der Daten, die Ausgabe der Daten an einen Bildschirm bzw. an einen Drucker übernimmt. Dabei ist zu sichern, daß alle Zellen mit einer Nummer versehen werden und eine eindeutige Zuordnung zu einer Dosierwaage erhalten.

2. Bereitstellung der Prozeßdaten und der Steuerinformationen

Vom technologischen Prozeß werden die Wäageergebnisse von drei Waagen jeweils 4stellig im BCD-Kode zur Verfügung gestellt. Die Zellenkennzeichnung erfolgt je Zelle über ein Bit, während die Freigabe des jeweiligen Wäageergebnisses mittels vom Mikrorechner über die Ein-/Ausgabe (PIO) der ZRE auszu-

sendender Freigabesignale zu organisieren ist. Bild 2 zeigt dazu eine Übersicht.



Da das automatische Dosiersteuerungssystem aus Translog I-Bausteinen besteht, ergibt sich die Notwendigkeit einer Anpassung der Betriebsspannungen. Eingangsseitig werden zur Kennzeichnung von 21 Zellen (Silos) 21 Bit und je Waage bei 4stelligen Wägebildergebnis 16 Bit benötigt, so daß in der Summe 69 Bit zur Informationsverarbeitung angeboten werden, wobei je Waage seitens des Mikrorechners ein Freigabesignal zur Verfügung gestellt wird und jeder Waage eine bestimmte Anzahl von Zellen zugeordnet werden. Diese Daten sind so aufzubereiten, daß dem Mikrorechner die Information in 8 Bit breiten Worten angeboten werden kann.

Bild 1: Allgemeine Aufgabenlösungsstruktur

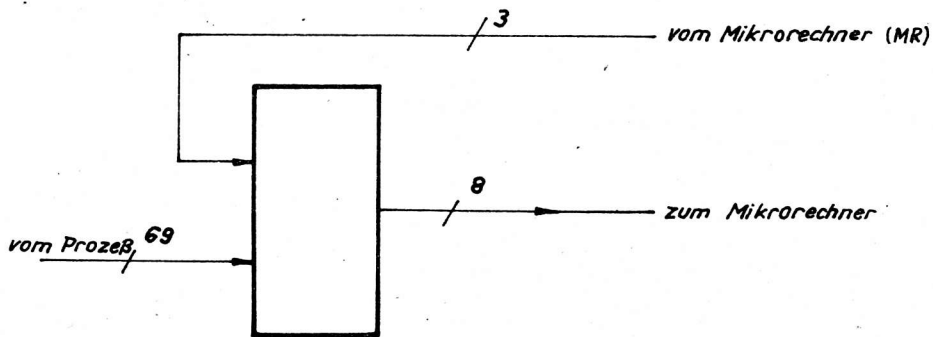


Bild 2: Schema zur Prozeßdatenbereitstellung

3. Darstellung der elektronischen Schaltung zur Datenverdichtung

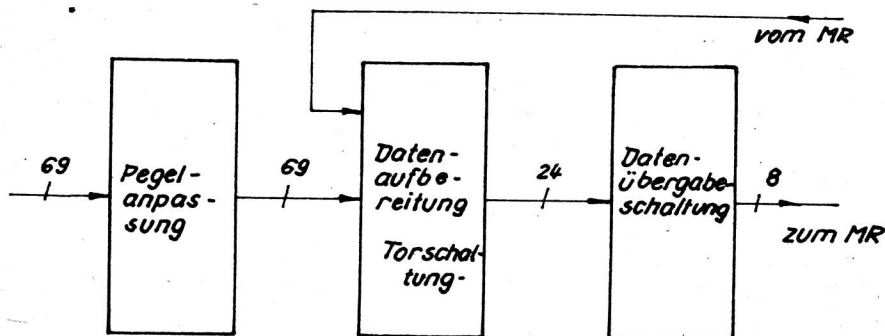


Bild 3: Schaltungsstruktur zur Datenverdichtung

Ausgehend von dem in Bild 2 gezeigten Schema zur Prozeßdatenbereitstellung müssen von der zugehörigen elektronischen Schaltung die Funktionen

- Pegelanpassung Translog I/TTL bei gleichzeitiger Entkopplung des automatischen Dosiersteuerungssystems und der elektronischen Speicher- und Addiereinrichtung
- Datenaufbereitung über Eingabebotore
- Datenübergabe von der elektronischen Datenverdichtung zum Mikrorechner

erfüllt werden. Die Schaltungsstruktur wird in Bild 3 vorgestellt.

Die Umsetzung des Translog I-Pegels auf TTL-Pegel erfolgt mittels Pegelanpassungsschaltung, wobei die elektronische Schaltung zur Datenverdichtung insgesamt vom automatischen Dosiersteuerungssystem galvanisch getrennt wird. Zur Anwendung kommt die in Bild 4 dargestellte Schaltung.

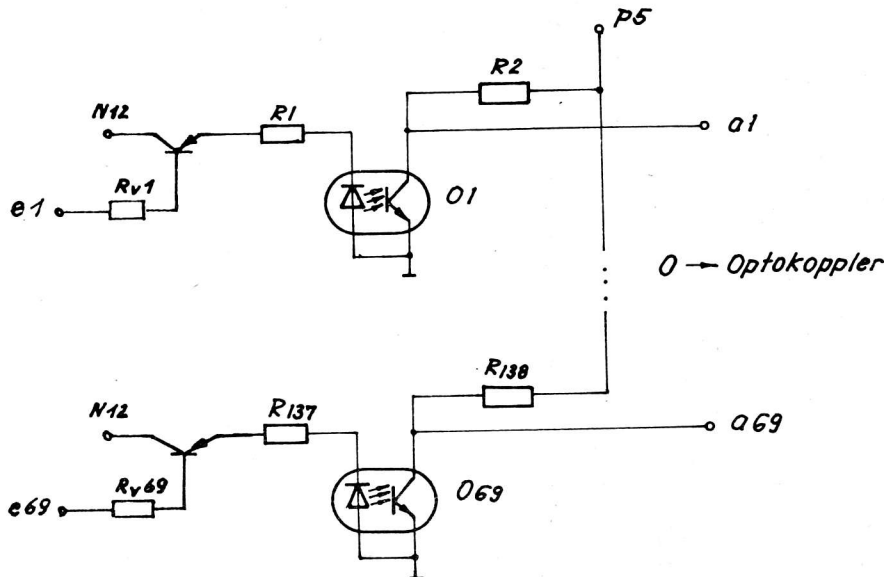


Bild 4: Pegelanpassungsschaltung

Zur Datenaufbereitung finden Torschaltungen Verwendung, die es ermöglichen, die Wägeregebnisse der getrennt voneinander arbeitenden Wägesysteme im Zeitmultiplexbetrieb der nachfolgenden Datenübergabeschaltung anzubieten.

Voraussetzung dazu sind die vom Mikrorechner ausgegebenen zeitabhängigen Signale WA1 ... WA3, die im Bild 5 eingetragen sind. Die Signale WA1 ... WA3 dienen der Waagenaktivierung und der Freigabe der Zellenkennzeichnungssignale. Eingangsseitig stehen 69 Bit zur Verarbeitung an, die mittels der Torschaltung auf 24 Bit reduziert werden können (siehe Bild 3), wobei die Reduktion immer das Wägeregebnis einer Waage (16 Bit) und die die Zellen kennzeichnenden Bits (max. 8 Bit) umfaßt. Bild 5 zeigt eine Torschaltung, die eingangsseitig 24 Bit und ausgangsseitig 8 Bit aufweist. Zur Realisierung der Aufgabe sind drei solcher Schaltungen notwendig. Die Datenübergabeschaltung ermöglicht die Übernahme der 24 Kanäle, die die Torschaltung zur Verfügung stellt, und organisiert das Einlesen von 3 x 8 Bit auf den Datenbus des MC 80. Zu diesem Zweck werden drei 8-Bit-Ein-/Ausgabeschaltkreise DS 8212 D, die als Eingabeschaltkreise Verwendung finden, und ein Ein-/Ausgabeschaltkreis DS 8212 D, der als Ausgabeschaltkreis Verwendung findet, eingesetzt. Die Adressen der drei Eingabeschaltkreise sind frei wählbar. Zur Organisation der byteseriellen Eingabe der 3 x 8 Bit umfassenden Daten ist eine Adreßaufbereitung zur Freigabe des jeweils anzufordernden Eingabeschaltkreises (DS 8212 D) notwendig. Dazu werden die vom MC 80 angebotenen Adreßleitungen A0 ... A7 und die Signale \overline{RD} und \overline{IORQ} genutzt. Um jede Adresse zwischen 00 und FF zur Freigabe nutzen zu können, wird ein Dekoderschaltkreis DS 8205 D zum Einsatz gebracht, der, wie Bild 6 zeigt, fest mit den Adreßleitungen A0 ... A2 verbunden ist, während die Adreßleitung A3 direkt bzw. negiert und die Adreßleitungen A4 ... A7 direkt bzw. negiert je nach Freigabeadresse über ein NAND-Gatter mit dem Dekoderschaltkreis Verbindung haben.

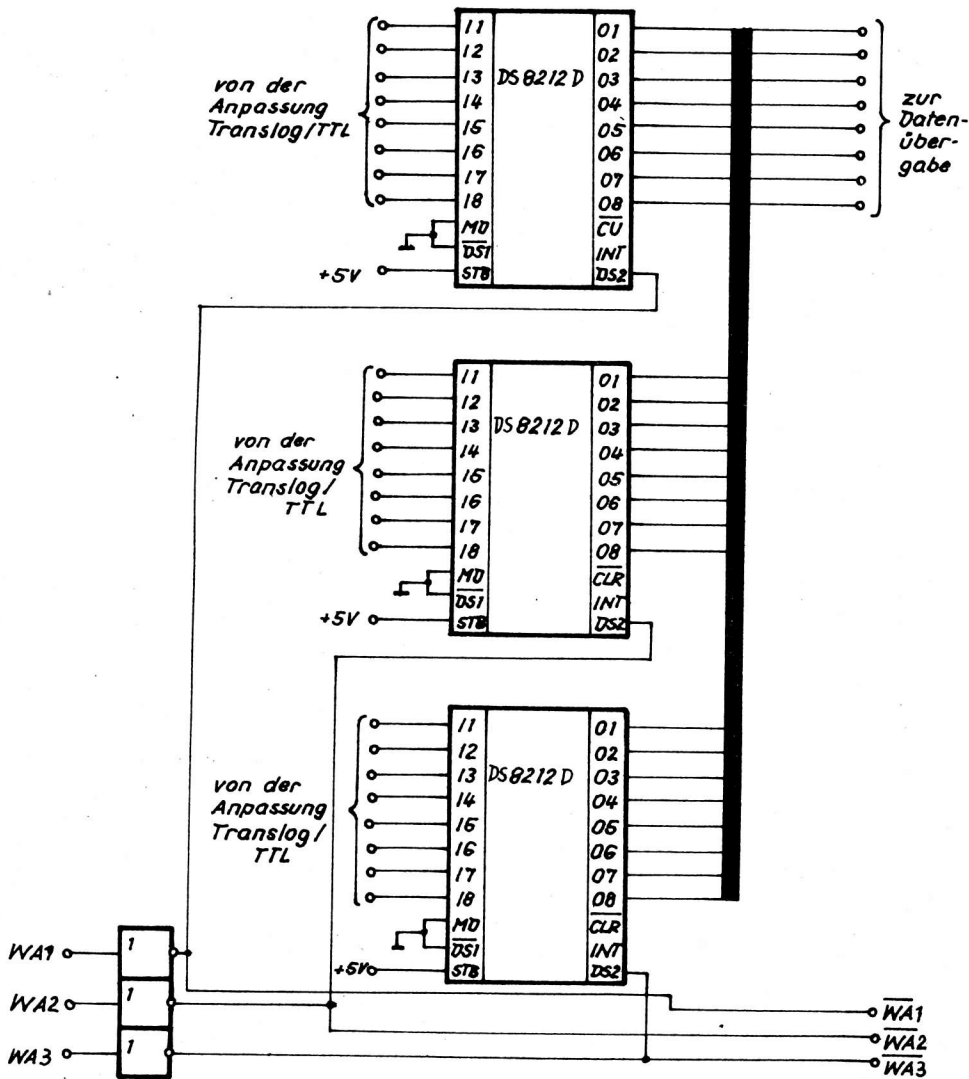


Bild 5: Datenaufbereitung Torschaltung

4. Programmbeschreibung

Entsprechend der Aufgabenstellung ist zur genaueren Kontrolle der dosierten Rohstoffmenge und der Lagerbestände ein Rechenprogramm zu erarbeiten, das die dosierten Massen je Zelle kumuliert und ständig aktualisiert anzeigt bzw. ausdruckt. Die Bildschirm-/Druckbild-Gestaltung (BS-/DB-Gestaltung) ist so vorzunehmen, daß alle Silos mit eindeutiger Zuordnung zu der jeweiligen Dosierwaage und Zellnummer angezeigt und in einer Kopfzeile speziellere Angaben z. B. zur Charge/Dosierung gemacht werden.

Auf der Basis des Mikrorechners K 1520 und unter Nutzung spezieller Unterprogramme des Betriebssystems des MC 80 ist die Programmierung in Maschinensprache vorgenommen worden. Notwendige Voraussetzungen für das zu erarbeitende Maschinenprogramm zeigt Bild 7.

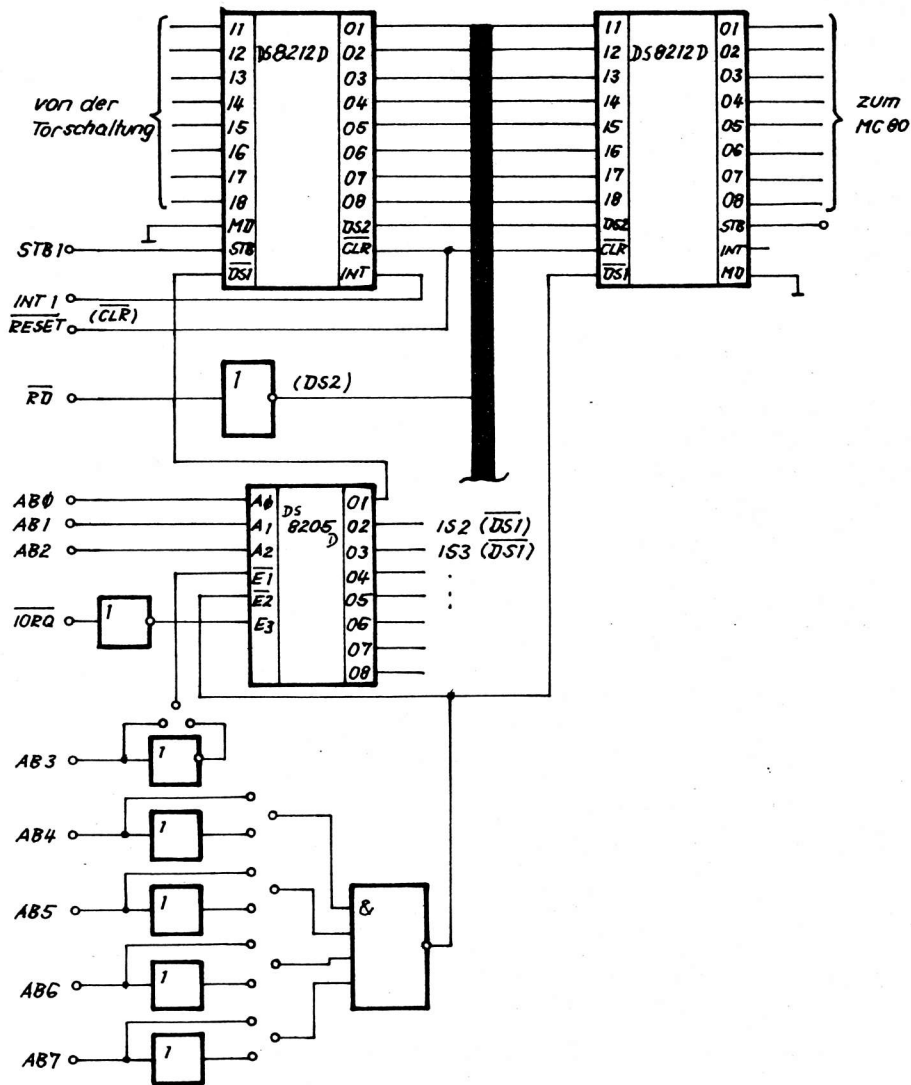


Bild 6: Datenübergabeschaltung

Das Programm besteht aus vier Hauptteilen:

- Ausgabe eines konstanten Bildschirmtextes. Dieser Text besteht aus einer Zeile in der
 - . Datum, 6stellig (n)
 - . Auftragsnummer, 3stellig (n)
 - . Schicht, 1stellig (a)
 - . Sortimentsbezeichnung, 3stellig (an)
 - . Rezepturnummer, 2stellig (n)
 - . Chargenzahl, 4stellig (n)

einzutragen sind, wobei die vorstehend angegebene Reihenfolge und Stelligkeit eingehalten wird und in numerischer (n), alphanumerischer (an) oder alphabetischer (a) Form auf dem Bildschirm erscheint.

Die Zeilen zwei bis acht geben in drei Spalten die Waagen- und Zelleninformationen an.

- Berechnungsprogramm

In diesem Berechnungsprogramm erfolgt die zellenbezogene Übernahme der Wäageergebnisse und deren Kumulation.

- Bildschirmausgabe

Nach erfolgter Wägung wird der aktuelle kumulierte Wert der Rohstoffmasse je Zelle angezeigt.

- Speicherlöschen

In das Berechnungsprogramm ist ein Löschzyklus eingebaut, der nach Chargenabschluß und erneutem Programmstart den vorhergehenden Speicherinhalt löscht.

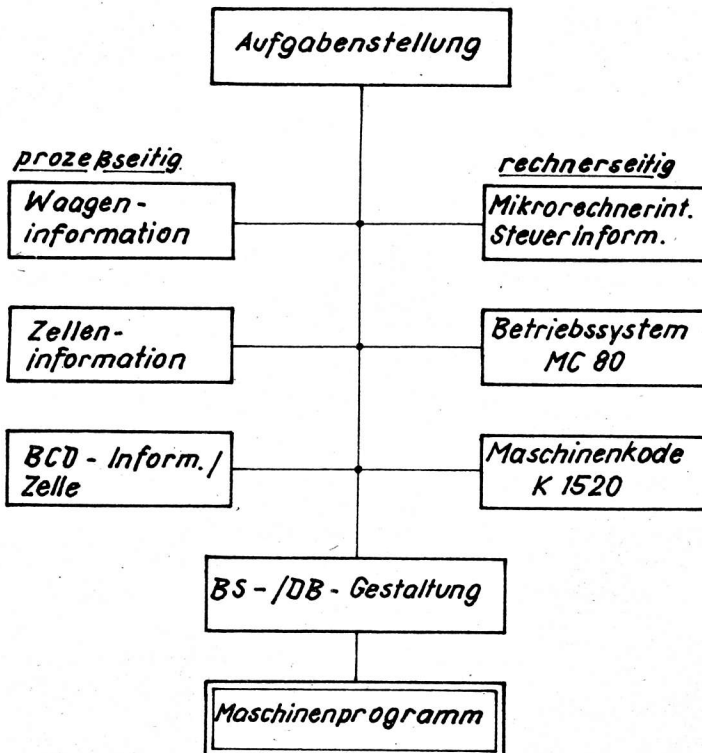


Bild 7: Blockschaltbild zur Programm-
beschreibung

5. Schlußbemerkungen

Die entwickelte Hard- und Software wurde getestet und ist funktionstüchtig. Der Nutzen dieser Einrichtung tritt bei den landwirtschaftlichen Betrieben ein, die Mischfutter garantierter Zusammensetzung zur Verfügung gestellt bekommen.

Die vorgestellte Einrichtung ist nachnutzbar. Die Dokumentation (einschließlich Programm) kann von der Ingenieurschule Eisleben zur Verfügung gestellt werden.

Literatur:

- /1/ Slaby, M.; Wienecke, J.: Belegarbeit - IS Eisleben
- /2/ Werner, Volker: Programmdokumentation - IS Eisleben

Ing. Jens Knabe

VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Ladungsgekoppelte Sensorzeile L 133 C

Die Bemühungen des Bauelemente-Herstellers auf dem Gebiet der optischen Sensoren auf CCD-Basis gehen dahin, der Industrie immer leistungsfähigere Bauelemente zur Verfügung zu stellen.

Der Zeilensensor L 133 C beinhaltet wesentliche Verbesserungen der optischen und elektrischen Eigenschaften. Durch weitere Integration von Baugruppen in das Bauelement ist der schaltungstechnische externe Aufwand wesentlich vereinfacht worden. Die Bereitstellung von Zeilensensoren der zweiten Generation bildet in Verbindung mit anderen mikroelektronischen Bauelementen die Grundlage für die Entwicklung von weiteren Kamerasystemen und neuartigen Gerätelösungen. Diese Zeilensensoren können die vielfältigsten Erkennungsaufgaben bei der weiteren Rationalisierung und Automatisierung von Produktionsprozessen übernehmen.

1. Allgemeiner Aufbau der Schaltung des Bauelementes L 133 C

Die monolithisch integrierte Schaltung des Bauelementes L 133 C besteht aus dem strahlungsempfangenden, dem Transport- und dem Ausgabebereich. Neben diesen Hauptbereichen beinhaltet die Schaltung weitere Baugruppen. Die Schaltung befindet sich in einem 24poligen DIL-Gehäuse. Die Oberseite dieses Gehäuses hat ein Fenster für den Strahleneintritt. Die aufzunehmende Information muß auf dem Strahlungsempfangsbereich abgebildet werden. Das Bauelement hat das Vermögen, optische Informationen aufzunehmen und in elektrische Signale umzuwandeln.

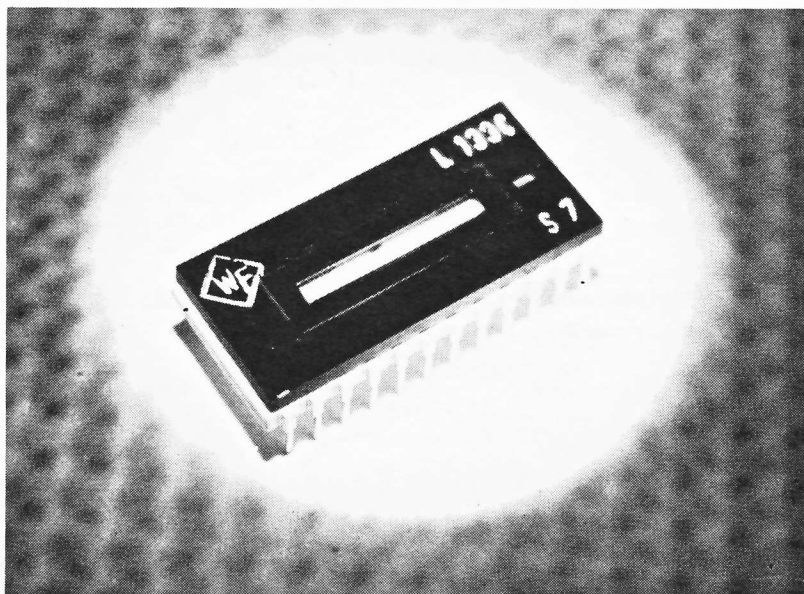


Bild 1: Bauelement L 133 C
(Werkfoto)

Dieser ladungsgekoppelte Zeilensensor der zweiten Generation beinhaltet eine Reihe von Verbesserungen gegenüber dem Zeilensensor L 110 C.

Nachfolgende Aufzählung stellt die wichtigsten Merkmale der Sensorzeile L 133 C vor und zeigt neben der groben Beschreibung einiger Schaltungsbereiche die Möglichkeiten der Signalnutzung.

Neben dem vierfach längeren Sensorbereich sind auch die optischen Parameter dieses Bereiches günstiger. Als Merkmal ist hierfür die Empfindlichkeitserhöhung und damit eine größere Quanteneffizienz durch absorptionsarme Deckschichten, die über dem Sensorbereich liegen, zu nennen.

Bei der Verbesserung der elektrischen Parameter erfolgte eine Erhöhung der Sättigungsausgangsspannung ($U_{\text{sat typ}} = 2 \text{ V}$) sowie die Minimierung des Dunkelsignals, indem zwei zusätzliche Analogregister in die integrierte Schaltung aufgenommen wurden. Thermisch generierte freie Ladungsträger werden durch diese absorbiert. Aus diesen Verbesserungen läßt sich auch der größere Dynamikbereich erklären.

Hinsichtlich einer einfacheren Anwendbarkeit erfolgte die Integration eines gewissen Teils der Ansterelektronik und mehrerer Taktreiber mit auf dem Chip. Diese Maßnahmen ermöglichen es, diesen Zeilensensor nur mit zwei externen, einfach zu realisierenden Taktspannungen und einigen statischen Betriebsspannungen in Funktion zu setzen.

Die Ausgangsstufen des Bauelementes sind mit Sample-and-Holdstufen ausgerüstet. Eine geringfügige Änderung der äußeren Beschaltung ermöglicht es, die Videoinformationen durch diese Stufen zu beeinflussen. Entsprechend dem Anwendungsfall lassen sich somit geklemmte oder ungeklemmte Videosignale erzeugen. Durch die veränderte Gestaltung der Schieberegister und die Verwendung von zwei Ausgangsverstärkern erfolgt die Videoinformationsausgabe an zwei Ausgängen. Die Ausgabe der Videoinformationen ist so organisiert, daß alle geradzahlig bezifferten Videosignale und alle ungeradzahlig bezifferten Videosignale getrennt voneinander an den entsprechenden Ausgang seriell ausgegeben werden.

Der zwischen beiden Videoinformationen bestehende Versatz gestattet es, bei Einzelfällen, die eine Verschachtelung beider Videoinformationen fordern, dies mit einer externen Nachfolgeschaltung zu realisieren. Diese Art von Schieberegistergestaltung, der Versatz zwischen den Videoinformationen und die beiden Ausgänge ermöglichen eine max. Datenrate von 20 MHz.

Neben den einzelnen Videoinformationen beinhalten beide Ausgangssignalfolgen Zusatzinformationen. Diese Schwarz-Weiß-Referenzsignale lassen sich z. B. für eine automatische Belichtungssteuerung verwenden. Zusätzlich zu diesen Ausgangssignalfolgen wird an einem weiteren Ausgang das Signal "Ende der Abtastung" (EOS-Signal) ausgegeben. Dieses kann z. B. zur Synchronisation der Ansteuerung verwendet werden. Der Transport dieses Signals erfolgt in dem EOS-Schieberegister, das schon im Zusammenhang mit der Verringerung des Dunkelsignals genannt wurde.

2. Aufbau und Funktionsweise der Sensorzeile

Die nachfolgende Beschreibung des Aufbaus und der Funktionsweise der Sensorzeile wird auf Grund der Komplexität der Schaltung in einzelne Bereiche unterteilt vorgenommen. Diese Bereiche der Sensorzeile sind im Blockschaltbild (Bild 2) dargestellt.

2.1. Strahlungsempfangsbereich

Der Strahlungsempfangsbereich besteht aus der zeilenförmigen Aneinanderreihung von 1024 Einzelsensoren. Die Abmessungen der Sensoren betragen $13 \times 13 \mu\text{m}$. Der Mittenabstand zwischen zwei benachbarten Sensoren ist $13 \mu\text{m}$. Aus diesen Angaben ergibt sich eine Gesamtlänge von 13,312 mm.

Die Abbildung des aufgenommenen Gegenstandsausschnittes durchdringt eine transparente SiO_2 -Schicht, und die im Halbleitermaterial absorbierten Photonen erzeugen Elektronen-Loch-Paare. Diese fließen über das Substrat ab, und die fotogenerierten Elektronen werden aus den Sensoren in die gegen Strahlung abgeschirmten Speicherzellen geleitet und hier gesammelt. Die Ladungserzeugung innerhalb der Sensoren ist linear von der Bestrahlungsstärke und der Bestrahlungsdauer abhängig. Ein mäanderrörmiger Trennkanal verhindert die Vermischung der Elektronen zwischen benachbarten Sensor- und Speichergebieten und übernimmt die Aufteilung der akkumulierten Ladungen bei der Übernahme in die Schieberegister.

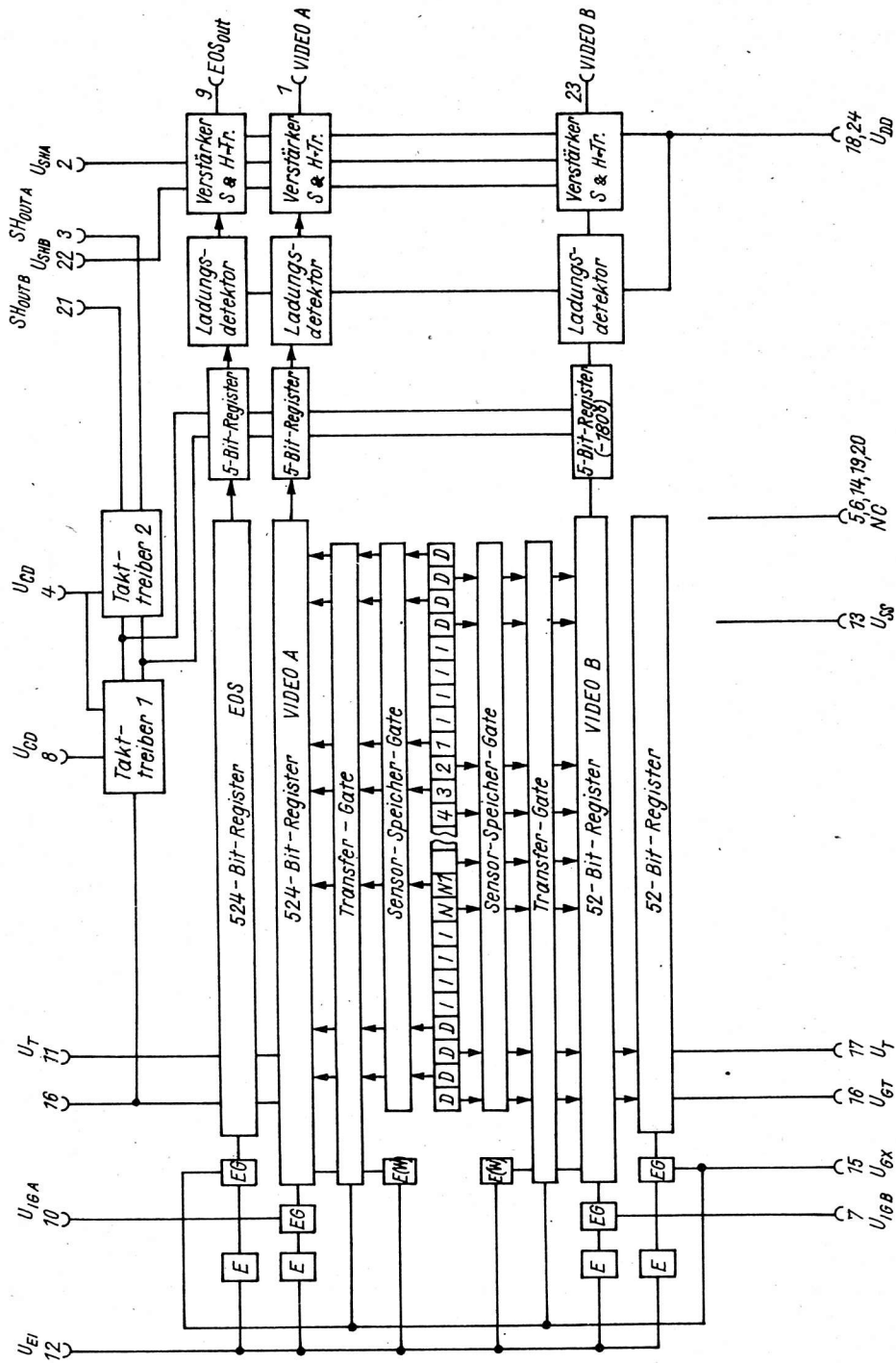


Bild 2: Blockschaltbild L 133 C (E - Eingangsdiode, EG - Eingangsgate, E(W) - Eingangsdiode für Weißsignaleingabe, S & H-Tr. - Sample-and-Hold-Transistor)

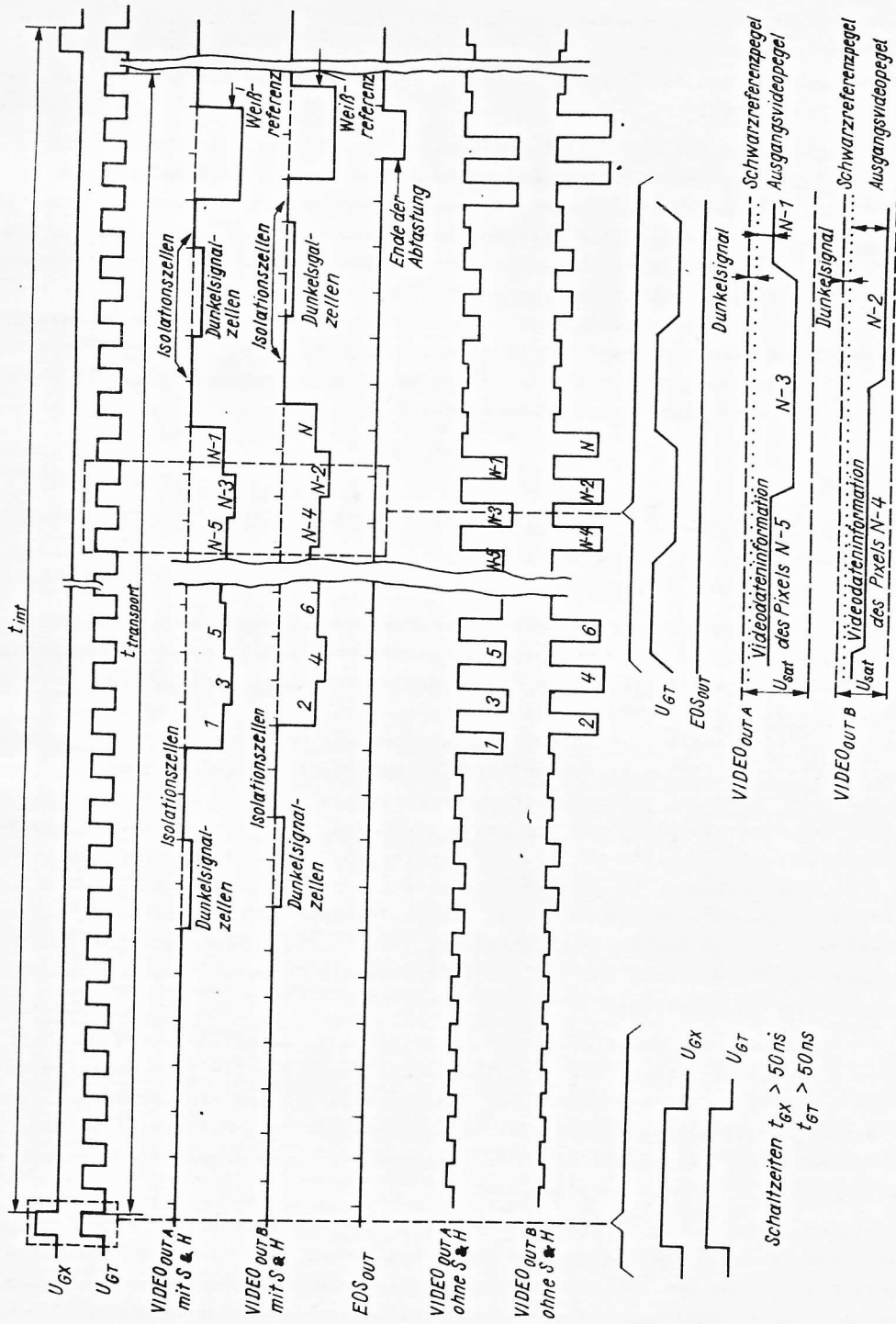


Bild 3: Phasenlage der Taktspannungen (Empfohlene Anstiegs- und Abfallzeiten für alle Takte $\approx 20 ns$)

Die Einführung einer absorptionsarmen Abdeckung des Sensorbereiches ermöglicht eine Empfindlichkeitserhöhung besonders im kurzwelligen (blauen) Bereich.

Der empfindliche Teil des Strahlungsempfangsbereiches reicht von 400 ... 1050 nm. Die technologische Gestaltung des Sensor- und Speichergebietes verringert die Transportwege in die Schieberegister. Dadurch wird eine höhere Übertragungseffizienz der Ladungen erreicht.

2.2. Übertragungsgate

Das Übertragungsgate ist beidseitig neben den Speicherzellen zwischen dem Strahlungsempfangsbereich und dem Transportbereich angeordnet. Es hat die Aufgabe, durch Barrieren den Strahlungsempfangsbereich vom Transportbereich bei der Ladungsakkumulation zu trennen und für die Übertragung der akkumulierten Ladungen aus den Speicherzellen in die Speichergebiete des Transportbereiches diese Barrieren zu beseitigen.

Die Ladungsakkumulation kann mit der zeitlichen Festlegung des Barrierenabbaues unter dem Übertragungsgate beeinflusst werden. Der Barrierenabbau wird durch Anlegen eines H-Impulses ($U_{GX \min} = 11 \text{ V}$; $U_{GX \max} = 12 \text{ V}$) an das Übertragungsgate erreicht. Innerhalb der Dauer des U_{GX} -Impulses fließt aus den Speicherzellen die fotogenerierte Ladung in die Speichergebiete der BCCD-Schieberegister. Die kürzeste Übertragungszeit liegt bei 50 ns, und bei einer Unterschreitung dieser Zeit kann keine vollständige Übernahme erfolgen. Der Übertragungsgateimpuls U_{GX} liegt zum Transporttaktimpuls U_{GT} phasengleich. Aus der Lage dieser Impulse ergibt sich die Möglichkeit, den externen Ansteuer Aufwand zu minimieren. Der Übertragungsgateimpuls U_{GX} darf nicht über den Transporttaktimpuls U_{GT} hinausgehen, da sonst Ladungen in die Speichergebiete zurückfließen können. Aus dem Impulsbild (Bild 3) sind diese Zusammenhänge ersichtlich.

2.3. Schieberegister

Beidseitig neben dem Sensorbereich sind insgesamt vier BCCD-Analogschieberegister angeordnet (Bild 2).

Dazu zählen die Register A und B, das EOS-Register und ein Zusatzregister.

Von den Transportregistern werden die aus den Speicherzellen übernommenen Signalladungen zu den Ladungsdetektoren transportiert. Hier sei noch einmal erwähnt, daß innerhalb der Schieberegistertätigkeit im Strahlungsempfangsbereich eine neue Ladungsakkumulation erfolgt und durch die Trennung des Übertragungsgates sich beide Vorgänge, die zeitgleich ablaufen, nicht beeinflussen. Das Transportregister A (524 Bit) transportiert die Signalladungen der ungeradzahlig bezifferten Sensoren und das Transportregister B (525 Bit) die geradzahlig bezifferten Signalladungen. In den Anfang des EOS-Registers (524 Bit) wird bei jedem Übertragungsgateimpuls U_{GX} eine definierte Ladung eingegeben. Diese elektrische Ladungseinkopplung ist von dem anliegenden Spannungswert U_{EI} abhängig. Die Spannung an der Eingangsdiode U_{EI} sollte 10,5 ... 12 V betragen. Nach 529 Transporttaktakten wird diese Ladung in den EOS-Ladungsdetektor eingegeben. Das detektierte und verstärkte EOS-Signal zeigt das Ende des Auslesens der gesamten Zeile an. Neben dieser Transportaufgabe übernimmt dieses Schieberegister die Verbesserung des Dunkelsignalverhaltens. Das vierte Schieberegister (Zusatzregister) ist neben dem Register B angeordnet und hat die letztgenannte Aufgabe, also Störladungen aus den übrigen Halbleitergebieten abzufangen.

Um den Transportmechanismus der Schieberegister in Funktion zu versetzen, wird nur noch eine Impulsfolge U_{GT} (High-Pegel min. 11 V; max. 12 V) benötigt (Bild 3). Die Transportimpulse U_{GT} steuern jedes zweite Barrieren- bzw. Speichergebiet der Schieberegister, und die dazwischenliegenden Gatekombinationen werden mit einem konstanten Gleichspannungspegel $U_T = 6 \text{ V}$ versorgt. Damit wird eine kollektive Verschiebung der Ladungsbilder in festgelegter Richtung erreicht. Diese Schieberegistergestaltung ist prinzipiell im Bild 4 dargestellt.

Diese technologische Verbesserung vereinfacht erheblich den vom Anwender zu erbringenden externen Ansteuer Aufwand. Die maximale Schiebefrequenz liegt bei 10 MHz, die minimale Schiebefrequenz wird vom Dunkelsignal begrenzt und von dem sich daraus ergebenden noch auswertbaren Abstand zum Sättigungsausgangspegel. Bei minimalem Schiebefrequenzbetrieb kann mit einer Kühlung des Bauelementes

das Dunkelsignal minimiert werden.

2.4. Phasenschieber

Am Ende des Signalladungs-Transportregisters sind Phasenschieber angeordnet (Bild 2). Diese 5-Bit-Register sind notwendig, da die Signalladungen in den Schieberegistern phasengleich transportiert werden und aus anwendungstechnischen Gründen die Videosignale der geradzahlig bezifferten Sensoren 180° phasenverschoben zueinander an den Ausgängen bereitgestellt werden müssen. Diese 5-Bit-Register nach den Schieberegistern realisieren diesen Versatz.

Die Ansteuerung dieser Register erfolgt über den intern angeordneten Takttreiber. Dieser Treiber erzeugt aus dem Transporttaktimpuls U_{GT} zwei Takte U_{TA} und U_{TB} , die ca. 180° phasenverschoben sind und die 5-Bit-Register steuern.

2.5. Ladungsdetektoren

Am Ende jedes Schieberegisters (A, B und EOS) ist ein Ladungsdetektor angeordnet (Bild 2). Diese Detektoren werden durch die Kopplung eines Floating-Diffusions-Gebietes und eines Rückstelltransistors gebildet.

In Abhängigkeit der nacheinander eintreffenden Signalladungen wird das vorgespannte Floating-Diffusions-Gebiet entladen. Diese Potentialänderung steuert die Gate-Elektrode eines MOS-Transistors, und es werden proportionale Spannungssignale erzeugt. Der Rücksetztransistor wird von der internen Schaltung getaktet und lädt das Floating-Diffusions-Gebiet wieder auf ein festgelegtes Niveau auf, bevor eine neue Signalladung eintrifft.

2.6. Ausgangsverstärker und die Ausgangssignale

Die integrierte Schaltung beinhaltet entsprechend dem vorher erläuterten Signalladungstransport auch drei Ausgangsverstärker (Bild 2). Jeder Ausgangsverstärker wird aus zwei MOS-Transistoren und einem dazwischenliegenden Sample-and-Hold-Transistor gebildet. Alle Transistoren sind n-Kanal-Verarmungstypen mit vergrabener Kanal.

Die Source-Anschlüsse der Ausgangstransistoren bilden die Ausgänge des Zeilensensors. Die Ausgangsimpedanzen betragen 750 ... 1000 Ohm.

Am Anschluß 1 des Bauelementes werden die Spannungssignale VIDEOA der ungeradzahlig bezifferten Sensoren, am Anschluß 23 die Spannungssignale VIDEOB der geradzahlig bezifferten Sensoren und am Anschluß 9 das Signal "Ende der Abtastung" ausgegeben. Die Spannungssignale VIDEOA und EOS werden phasengleich und VIDEOB um 180° phasenverschoben zu diesen ausgegeben. Somit kann bei Bedarf eine Verschachtelung von VIDEOA und VIDEOB mit einer externen Nachfolgeschaltung vorgenommen werden. Die Ausgangssignale sind einem Gleichspannungspegel von ca. 8 V überlagert, und die Einzelsignale erreichen bei Sättigung einen Spannungswert größer 1 V.

Die Sample-and-Hold-Transistoren ermöglichen es, die Informationsausgabe zu beeinflussen. Entsprechend der Signalweiterverarbeitung können geklemmte oder ungeklemmte Ausgangssignale erzeugt werden (Bild 3). Die Gates dieser Transistoren sind über Anschlüsse nach außen geführt (Anschluß 2, Gate des Sample-and-Hold-Transistors des Ausgangsverstärkers VIDEOA und EOS; Anschluß 22, Gate des Sample-and-Hold-Transistors des Ausgangsverstärkers VIDEOB).

Die Ansteuerimpulse für die Sample-and-Hold-Transistoren werden durch den internen Takttreiber 2 erzeugt und können über die danebenliegenden Anschlüsse 3 und 21 diesen zugeführt werden. Dazu sind an der Fassung, die der Zeilensensor benötigt, der Anschluß 2 (U_{SHGA}) und Anschluß 3 (SH_{outA}) sowie Anschluß 22 (U_{SHGB}) und Anschluß 21 (SH_{outB}) kapazitätsarm zu überbrücken. Ist eine ungeklemmte Informationsausgabe erforderlich, sind die Gates der Sample-and-Hold-Transistoren über die Anschlüsse 2 und 22 mit einer Gleichspannung von 10 ... 14 V zu versorgen.

2.7. Dunkel- und Hell-Referenzschaltung

Vier zusätzliche Sensorelemente sind am Anfang und am Ende des Strahlungsempfangsbereichs getrennt

von diesem durch Isolationszellen angeordnet (Bild 2).

Gegen Strahlungseinwirkung sind diese durch eine Metallschichtabdeckung unempfindlich, so daß in diesen nur thermische Ladungen erzeugt werden, deren Größe von der Integrationszeit und der Temperatur abhängig ist. Die Ladungsübernahme und der Transport dieser Dunkelsignalladungen unterliegen den gleichen Prinzipien, die schon erläutert wurden. Die Dunkelsignale erscheinen vor und nach jeder Videoinformationsfolge. Jedes Dunkelsignal setzt sich entsprechend der Anzahl der Sensorelemente aus zwei Signalen zusammen. Diese Dunkelsignale können ausgewertet werden und geben somit Auskunft über die Schieberegistereigenschaften.

An beiden Anfängen der Schieberegister A und B befinden sich Eingangsdioden (EW) (Bild 2). Mit dem Übertragungsgateimpuls U_{GX} wird eine definierte Ladung unter die ersten beiden Speichergates der Schieberegister gegeben. Aus dieser elektrischen Ladungseinkopplung werden die Weißreferenzsignale gebildet (Bild 4).

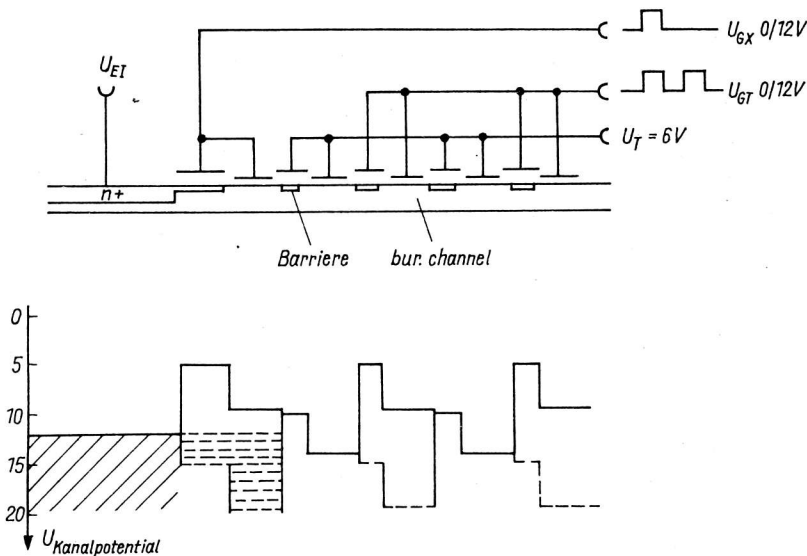


Bild 4: Prinzipschema des Schieberegisters bzw. Weißsignaleingabe

2.8. Eingangsschaltung

An beiden Anfängen der Schieberegister A und B sind Eingangsgates (EG) angeordnet (Bild 2). Diese Gategebiete sind über die Anschlüsse 20 (U_{IGA}) und 7 (U_{IGB}) nach außen geführt. Bei optischem Betrieb werden diese Anschlüsse nicht beschaltet. Diese Eingangsschaltung ermöglicht bei nichtoptischem Betrieb eine Ladungseinkopplung in beide Schieberegister und wird vom Hersteller zur meßtechnischen Ermittlung des Transferverlustes der BCCD-Schieberegister genutzt. Dazu ist eine vom optischen Betrieb abweichende Beschaltung und Ansteuerung des Zeilensensors erforderlich. Für den Anwender können unter Berücksichtigung dieser Abweichung die Schieberegister des L 133 C zur Signalverzögerung genutzt werden.

Der Pegel der Weißreferenzsignale wird durch die Spannung an der Eingangsdiode

$U_{EI} = 10,5 \dots 12 \text{ V}$ gebildet und entspricht dem der Sättigungsausgangssignale. Die Ausgabe der Weißreferenzsignale erfolgt nach den Dunkelsignalen der Videoausgangssignalfolgen (Bild 3). Ein Weißreferenzsignal setzt sich aus zwei Signalen zusammen, und bei der Heranziehung dieses Signals zur Auswertung ist das letzte gültig.

Die Hell- und Dunkelreferenzsignale sind Bezugssignale für Hell und Dunkel der Videoinformationsfolgen A und B. Diese Referenzsignale lassen sich vorteilhaft für die Signalweiterverarbeitung verwenden. Damit kann z. B. eine automatische Integrationszeitregelung realisiert werden.

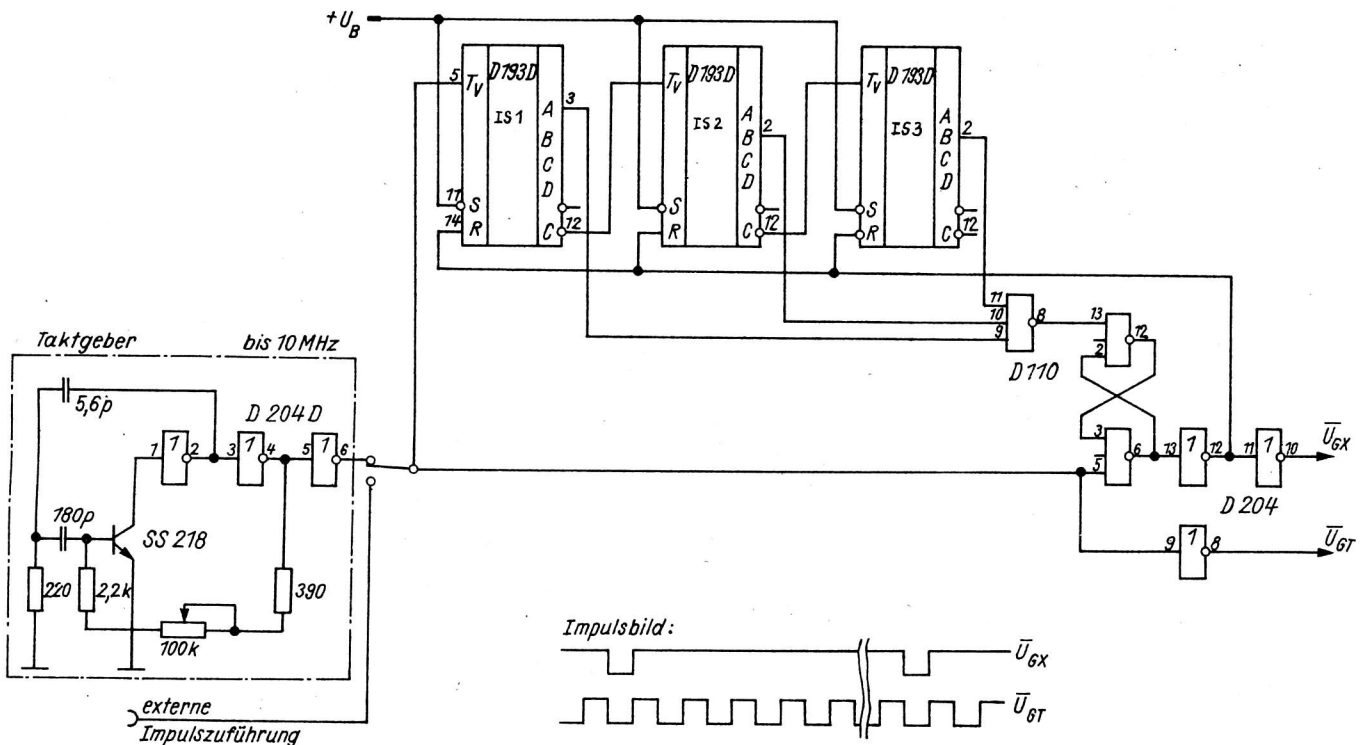
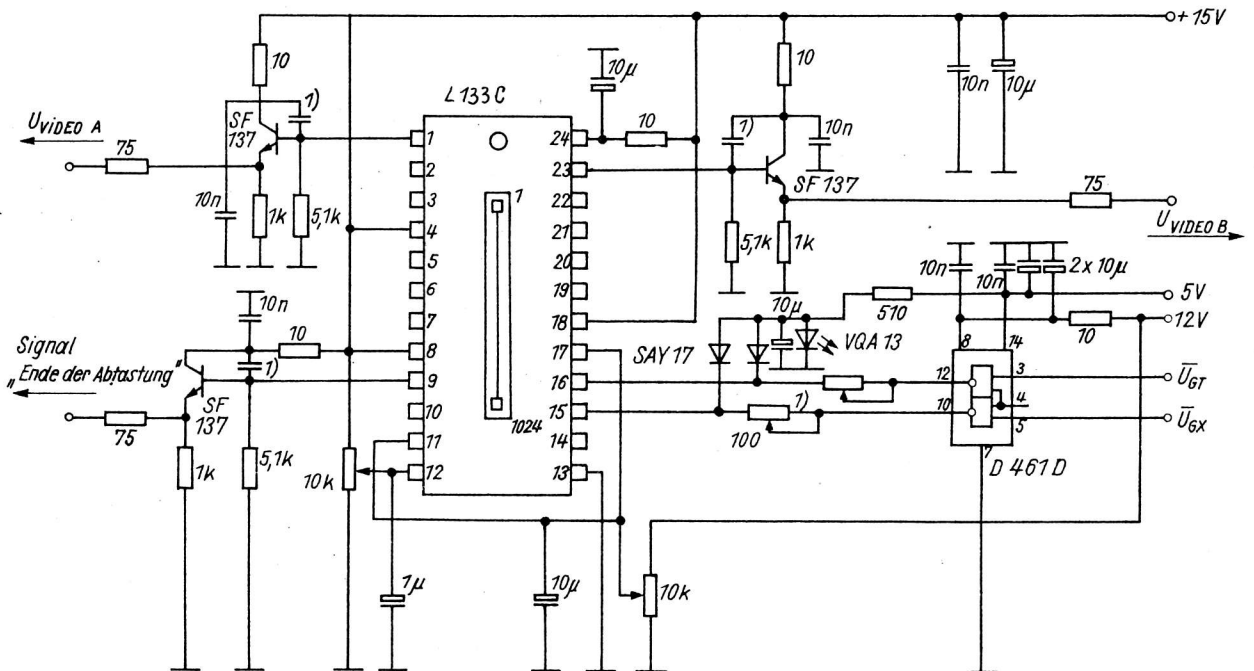


Bild 5: Taktimpulserzeugung



- Anschluß 2 und 3 sowie 22 und 23 sind kapazitätsarm direkt an der Fassung bei Abtast- und Haltebetrieb zu überbrücken
- Ohne Abtast- und Haltebetrieb sind die Anschlüsse 2 und 22 mit einer Gleichspannung von 10 ... 14 V zu belegen
- 1) Bei hohen Frequenzen sind diese Kondensatoren (200 pF) zu entfernen
- 2) Einstellregler sind je nach gewählter Schiebefrequenz zu optimieren

Bild 6: Beschaltung des L 133 C

2.9. Taktimpulserzeugung, Anpassung und Zeilensensorbeschaltung

Die im Bild 5 dargestellte Taktimpulserzeugung ist mit einfachen und verfügbaren Schaltkreisen des VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder zu realisieren. Sie stellt einen Schaltungsvorschlag mit Minimalaufwand dar und ermöglicht den Synchronbetrieb des Zeilensensors L 133 C. Aus einem Muttergenerator (MV) werden über eine Zählerkette und einige Gatter die Taktimpulsfolgen U_{GX} und U_{GT} erzeugt. Aus der Festlegung der Frequenz des MV ergibt sich automatisch die Integrationszeit und die Schiebefrequenz. Somit kann das Bauelement an die Bestrahlungsbedingungen problemlos angepaßt werden. Die elektrische Anpassung der beiden Impulsfolgen U_{GX} und U_{GT} an den Zeilensensor und die Beschaltung sind aus Bild 6 ersichtlich. Die TTL-MOS-Pegelanpassung wird mit einem D 461 D realisiert. Die Serierendämpfungswiderstände können je nach gewählter Frequenz optimiert werden. Bei der Anordnung der Klemmdioden und Auskopplungstransistoren hat sich die Placierung dieser direkt neben den zuständigen Anschlüssen als vorteilhaft erwiesen. Weiterhin sind alle Gleichspannungszuführungen direkt an den Anschlüssen des Zeilensensors mit einer Kondensatorkombination abzublocken.

Der Einstellregler am Anschluß 12 realisiert die geforderte Spannung $U_{EI} = 10,5 \dots 12$ V. Mit dem zweiten Einstellregler ist die Gleichspannungsversorgung für die Schieberegister A und B (Anschlüsse 11 und 17) vorzunehmen. Der Gleichspannungswert beträgt $U_T = 6$ V. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß der Zeilensensor L 133 C nicht eingelötet werden darf und demzufolge nur in einer Fassung zu betreiben ist. Die unterschiedliche Beschaltung des Zeilensensors mit oder ohne Sample-and-Hold-Betrieb wurde schon vorher erwähnt und soll vollständigkeithalber hier noch einmal genannt werden.

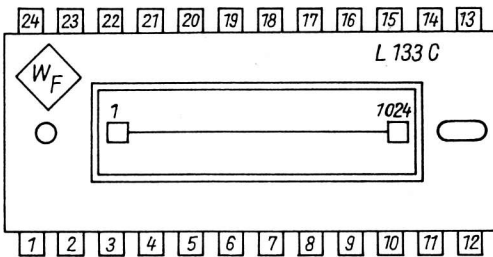
Die Anschlußbelegung der Sensorzeile L 133 C ist aus Bild 7 ersichtlich. Die statischen und dynamischen Betriebswerte, Kenngrößen des Bauelementes sowie Informationswerte sind den Tabellen 1 ... 6 (siehe Anlage) zu entnehmen.

Mit der Realisierung dieses Schaltungsvorschlages kann der Erstanwender Erfahrungen mit dem Zeilensensor L 133 C erwerben. Durch die Kopplung des schaltungstechnischen Teils mit geeigneten optischen Systemen lassen sich durch die Beurteilung der Videoausgangssignale mit einem Oszillografen erste Erkenntnisse ableiten, wie das Bauelement die aufzunehmenden Objektausschnitte erkennt bzw. wie sich die Videosignale ändern, wenn eine Bewegung des Objektes vorgenommen wird. Aus dieser einfachen Darstellung der Videosignale lassen sich Aussagen ableiten, wie die Weiterverarbeitung und Auswertung der Signale zu realisieren ist.

Anschluß	Belegung	Kurzbezeichnung
1	Videoausgang A	VIDEO A
2	Gate des Sample-and-Hold-Transistors A	U_{SHA}
3	Sample-and-Hold-Taktausgang A	SH_{outA}
4	Versorgungsspannung für den Takttreiber	U_{CD}
5	nicht anschließen	NC
6	nicht anschließen	NC
7	nicht anschließen	NC
8	Versorgungsspannung für den Takttreiber	U_{CD}
9	Signalausgang "Ende der Abtastung"	EOS_{out}
10	nicht anschließen	NC
11	Gleichspannungsgate des Schieberegisters A	U_T
12	Eingangsdiode zur Erzeugung des Weißreferenzpegels und Amplitude des Signals "EOS"	U_{EI}
13	Masse (Substrat)	U_{SS}
14	intern nicht beschaltet	NC
15	Übertragungsgate	U_{GX}
16	Taktgate der Schieberegister	U_{GT}
17	Gleichspannungsgate des Schieberegisters B	U_T

18	Versorgungsspannung	U_{DD}
19	nicht anschließen	NC
20	nicht anschließen	NC
21	Sample-and-Hold-Taktausgang B	SH_{outB}
22	Gate des Sample-and-Hold-Transistors B	U_{SHB}
23	Videoausgang B	VIDEO B
24	Versorgungsspannung	U_{DD}

Bild 7: Anschlußbelegung



Anlage:Tabelle 1: Maßangaben zum Strahlungsempfangsteil und Chip

Abmessungen der Sensoren	13 μm x 13 μm (1024 Sensorelemente $\hat{=}$ 13,3123 mm)
Mittenabstand der Sensoren	13 μm
Abstand von der Oberfläche der Glas- scheibe bis zur Chipoberfläche	1,9 \pm 0,3 mm
Chipabmaße	14,5 x 1,5 mm
Abstand des Chips von der oberen Gehäusekante	6,6 \pm 0,05 mm
Abstand des Chips von der rechten Gehäusekante	8,75 \pm 0,05 mm
Gehäuseausführung	24poliges DIL-Gehäuse
Unterseite	Keramik
Oberseite	Plast mit Fenster
Oberfläche der Anschlüsse	vergoldet
Masse	3,5 g
Bauform	21.2.3.2.84 nach TGL 26 713
Standard	TGL 55 108

Tabelle 2: Elektrische und optische Eigenschaften

Kenngrößen ¹⁾ bei $\bar{\nu}_a = 25$ °C; $f_{\text{DAT}} = 5$ MHz; $t_{\text{int}} = 1$ ms

Kenngröße	Kurz- zeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Sättigungsspannung	U_{sat}	1	2	-	V
Dunkelsignal und Gleichspannungs- komponente und Niederfrequenz- komponente	DS	-	-	5	mV/ms
Hellsignaldifferenz ²⁾	PRNU	-	-	240	mV
Dynamikbereich	DR				
bezogen auf Spitze/ Spitze-Rauschen		500	-	-	
bezogen auf Effektiv- Rauschen		2500	-	-	
Dunkelsignaldifferenz	DSNU	-	-	20	mV/ms
Empfindlichkeit ³⁾	S	1,8	3	-	V/ μJcm^{-2}
Differenz zwischen A und B im Videosignal ⁴⁾	M	-	-	160	mV
Gleichspannungs- differenz.	M_{DC}	-	-	2	V

Anmerkungen (Tabelle 2):

- 1) Normlichtart A mit Filter BG 38 2 mm dick
- 2) gemessen bei $U_{\text{VIDEO}} = 800 \text{ mV}$
- 3) Für Normlichtart A mit Filter BG 38 2 mm dick ergibt sich folgender Umrechnungsfaktor zwischen strahlungstechnischen und lichttechnischen Einheiten:

$$1 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2 = 3,5 \text{ lx}$$

$$1 \text{ lx} = 0,29 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2$$

(Bestrahlungsstärke, gemessen im Bereich von 560 ... 990 nm). Die Bestrahlung ergibt sich aus Bestrahlungsstärke multipliziert mit der Integrationszeit:

$$1 \text{ } \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{s} = 1 \text{ } \mu\text{J}/\text{cm}^2$$

- 4) Diese Differenz kann durch eine Videosignalverstärkungsänderung ausgeglichen werden.

Tabelle 3: Statische Betriebswerte

Kenngröße	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Versorgungsspannung der Ausgangsverstärker	U_{DD}	13,5	14,5	V
Versorgungsstrom der Ausgangsverstärker	I_{DD}		25	mA
Versorgungsspannung der Takttreiber	U_{CD}	13,5	14,5	V
Versorgungsstrom der Takttreiber	I_{CD}		15	mA
Spannung für die Schieberegister	U_{T}	5,5	6,5	V
Spannung für die Eingangsdiode	U_{ET}	10,5	12	V
Substrat (Masse)	U_{SS}	0		V

Tabelle 4: Impulsbetriebswerte

Kenngröße	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Low-Wert vom Übertragungs- u. Transporttakt	$U_{\text{GXL}}; U_{\text{GTL}}$	0	0,5	V
High-Wert vom Übertragungs- u. Transporttakt	$U_{\text{GXH}}; U_{\text{GTH}}$	11	13	V
Phasenlage der Taktspannungen siehe Bild 3				

Tabelle 5: Informationswerte bei $\sqrt{a} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Kenngröße	Kurzzeichen	Wert	Einheit
Wirkungsgrad der Ladungsübertragung	CTE	0,99999	
Ausgangsimpedanz	Z	750	Ohm
Ausgangsgleichspannungspegel	U_{O}	8	V
max. Bildpunkt- ausgabefrequenz ⁶⁾	$f_{\text{DAT max}}$	20	MHz

Anmerkungen (Tabelle 5):

5) Eingangskapazitäten: $C_X \approx 150 \text{ pF}$; $C_T \approx 350 \text{ pF}$

6) $f_{\text{DAT}} = 2 \cdot f_{\text{Transport}}$

Tabelle 6: Grenzwerte

Kenngröße	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Spannungen an den Anschlüssen 1,2,3,4,8,9,11,12,14,15,16 17,18,21,22,23,24		0,3	18	V
Anschlüsse 5,6,7,10,19,20		nicht beschaltet		
Verlustleistung Takttreiber	P_D	-	300	mW
Verlustleistung Verstärker	P_A	-	350	mW
Bildpunktausgabefrequenz	f_{DAT}	12		MHz
Betriebstemperaturbereich	T_a	-25	70	$^{\circ}\text{C}$
Lagerungstemperaturbereich über eine Zeit von einem Monat	T_{stg}	-50	100	$^{\circ}\text{C}$

Dipl.-Ing. Henning Zinke

VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Funktion, Aufbau und Applikation des integrierten Temperatursensors B 511 N und Referenzspannungselementes B 589 N

1. Temperatursensor B 511 N

1.1. Einleitung und allgemeine Beschreibung des B 511 N

Die Temperatur ist einer der wichtigsten und am häufigsten zu messenden Parameter. In der Elektronik gibt es kaum eine physikalische Größe von so beherrschendem Einfluß auf die Schaltungstechnik und Systeme wie die Temperatur. Es kann sogar eine Reihe elektrischer Vorgänge direkt als Funktion der Temperatur angesehen werden. Zu den Thermo-Effekten die zur Messung der Temperatur genutzt werden, gehören:

- thermische Ausdehnung (Bimetalle- und Quecksilberkontaktthermometer)
- Seebeck-Effekt (Thermopaare)
- temperaturabhängige Widerstände (Metalle, Thermistoren, NTC-Widerstände, usw.)
- Temperaturabhängigkeit an Sperrschichten (Dioden, PTAT-Quellen, zum Beispiel B 511 N; PTAT - proportional zur absoluten Temperatur)

Die Temperaturmessung mittels solcher PTAT-Quellen, wie sie der integrierte Schaltkreis darstellt, bietet eine kostengünstige Alternative zu den herkömmlichen elektronischen Varianten.

Der integrierte Temperatursensor B 511 N ist eine 2-Pole-Stromquelle, die einen Ausgangsstrom liefert, der zur Chiptemperatur (gemessen in K) direkt proportional ist.

Der Temperaturkoeffizient der Stromquelle beträgt $1 \mu\text{A/K} \pm 20\%$. Der Temperatursensor kann in dem Temperaturbereich $t_a = -55 \dots +125^\circ\text{C}$ überall dort eingesetzt werden, wo derzeit konventionelle elektrische Temperaturfühler zur Anwendung kommen.

Zur Funktion werden keine externen Bauelemente benötigt. Dadurch wird der B 511 N zu einer attraktiven Alternative für die Temperaturmessung. Spezielle Linearisierungsschaltungen und "Temperaturreferenzen", wie sie bei konventionellen Temperatursensoren (z. B.: Thermoelemente) notwendig sind, können bei Verwendung dieses Temperatursensors entfallen.

Das Bandgap-Prinzip und die Schaltung des B 511 N werden im nächsten Abschnitt erläutert.

1.2. Schaltungsbeschreibung des B 511 N

Die Grundlage für eine lineare und proportionale Temperatur-Stromwandlung mit einer integrierten Schaltung ist das Bandgap-Prinzip.

Im Bild 1 ist die Gesamtschaltung des Temperatursensors B 511 N dargestellt.

Die zwei Transistoren V1 und V2 werden mit unterschiedlichen Emitterstromdichten (aber mit konstantem Verhältnis zwischen beiden Transistoren) betrieben und bilden den Bandgap-Kreis.

Die Transistoren V5 und V6 arbeiten in einem Differenzverstärker und V3, V4 und V8 als Strombank.

Für jede Chiptemperatur gibt es für V1 und V2 nur einen Kollektorstrom, bei dem die Bedingung

$$U_{BEV1} + U_{R6} = U_{BEV2} + U_{R5}$$

erfüllt ist.

Für andere Ströme entsteht ein Differenzpotential an den Kollektoren von V1 und V2, das vom Differenzverstärker V5, V6 bewertet wird. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers regelt über die Strombank den Kollektorstrom so nach, daß die o. g. Bedingung erfüllt wird.

V7 und V8 erzeugen den Basisstrom für die Transistoren V1 ... V4. V7 besitzt die gleiche Emitterfläche wie V2, somit ergeben sich gleiche Emitterpotentiale und es fließt der gleiche Strom.

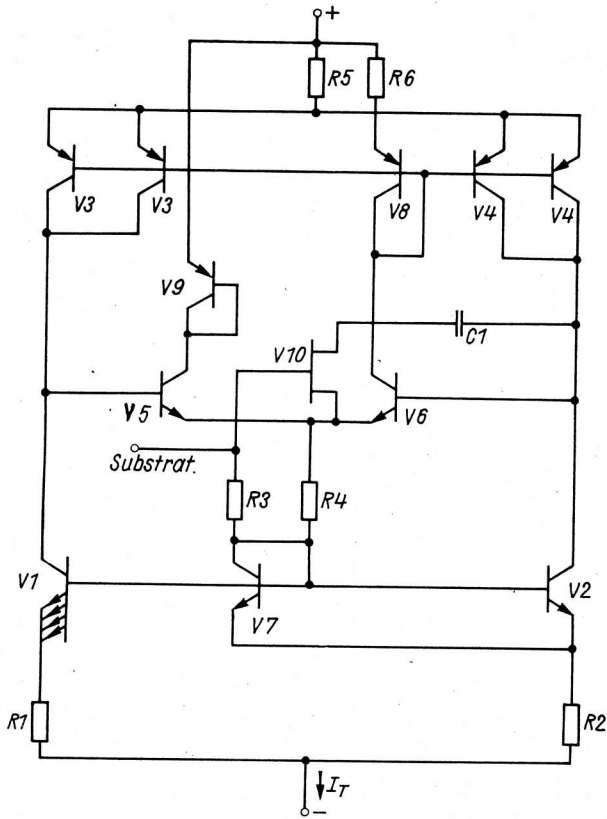


Bild 1: Innenschaltung des B 511 N

delregler alle B 511 N-Typen in einem Punkt zu linearisieren. Dieser Spannungsausgang liefert dann 1 mV/K .

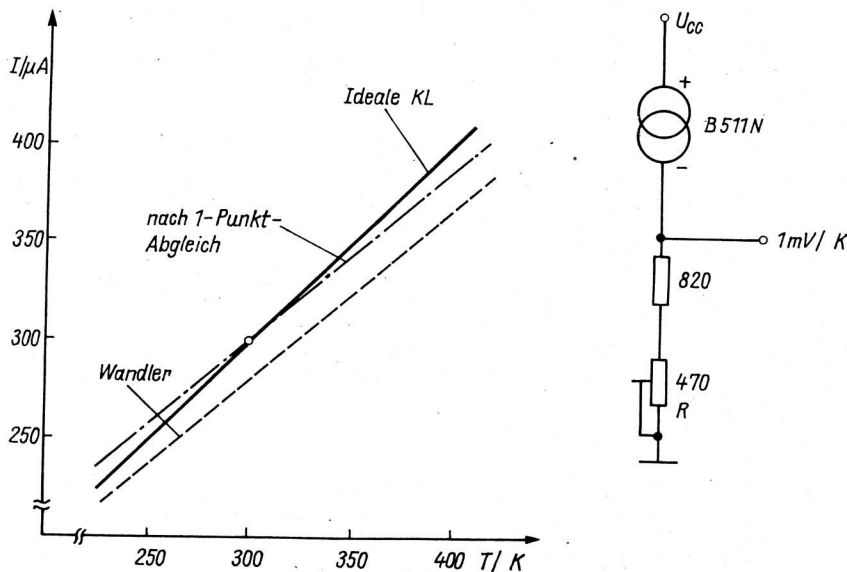


Bild 2: Linearisierung des B 511 N mit 1-Punkt-Abgleich

Der Gesamtstrom I_T setzt sich also aus drei Komponenten zusammen.

$$I_T = I_{EV1} + I_{EV2} + I_{EV7} = 3 I_{EV1}$$

Für den genauen Wert des Ausgangsstromes erhält man nach einigen Zwischenrechnungen

$$I_T = 3 \cdot KT \frac{1}{R_{eff}} \cdot \ln \frac{I_{V2}}{I_{V1}}$$

T - absolute Temperatur

$$I_T = 3 \cdot KT \frac{1}{R_0 - 2R_5} \cdot \ln B$$

Der Transistor V10 ist als Epitaxial-FET ausgebildet und dient zum Anlauf der Schaltung.

1.3. Applikative Hinweise zum Abgleich des B 511 N

- Der Temperatursensor B 511 N wird in fünf Genauigkeitsklassen geliefert ($I = 1 \mu A/K \pm 20\%$). Daraus ergibt sich, das für die Klassen B 511 N 1 ... B 511 N 4 ein Abgleich (1-Punkt- oder 2-Punkt-Abgleich) erforderlich ist. Diese Abgleichmöglichkeiten werden in den Bildern 2 und 3 dargestellt.

Beim 1-Punkt-Abgleich wird der Widerstand, auf den der Temperatursensor arbeitet, mit einem Regler beschaltet. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, zum Beispiel mit einem Widerstand von 820 Ohm und einem 470 Ohm-Spin-

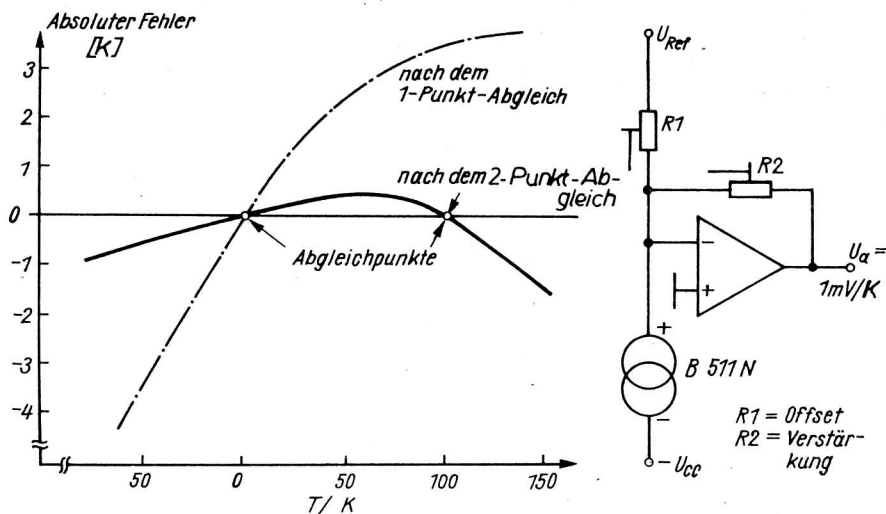


Bild 3: Linearisierung des B 511 N mit 2-Punkt-Abgleich

Wird eine erhöhte Genauigkeit des Wändlers im Meßbereich gefordert, so ist der 2-Punkt-Abgleich nach Bild 3 möglich. Mit einem solchen Abgleichverfahren kann gleichzeitig eine Kalibrierung auf eine andere Temperaturskala erfolgen (z. B.: $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$ usw.). Mit dem Regler R1 wird der "0"-Punkt der gewählten Temperaturskala eingestellt (z. B.: 0°C) und R2 (R1 und R2 sind als Spindelregler auszuführen) bestimmt die Steilheit bzw. Verstärkung des B 511 N.

- Da der Temperatursensor einen Stromquellenausgang besitzt, können beliebig lange Leitungen angeschlossen werden. Bei großen Entfernungen des B 511 N zur Signalverarbeitung sind gut isolierte verdrehte Leitungen oder Koaxialkabel zu verwenden (Leckströme und Störungen).
- Die Betriebsspannungsabblockung ist bei langen Anschlußleitungen ebenfalls nicht zu vernachlässigen. Als ausreichende Kapazität können $10 \mu\text{F}$ (Elko) angegeben werden. Sollten danach trotzdem noch Störungen auf dem Meßsignal enthalten sein, können diese nur noch mit einem Tiefpaßfilter bzw. zwischengeschaltetem Stromtransmitter (Bild 7) eliminiert werden.

1.4. Applikationen

Die in diesem Kapitel enthaltenen Applikationen stellen nur eine Auswahl aus dem großen Anwendungsgebiet des Temperatursensors B 511 N dar.

1.4.1. Einfachste Möglichkeit der Temperaturmessung

Im Bild 4 ist eine Möglichkeit der Temperaturmessung dargestellt, die außer dem Sensor nur eine Spannungsquelle (z. B.: Batterie 3R12) und ein Zeigerinstrument ($500 \mu\text{A}$ -Bereich) benötigt. Als Sensor kann hier allerdings nur der Typ B 511 N m zur Anwendung kommen. Die Anzeige der Temperatur erfolgt in K.

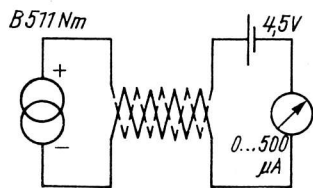


Bild 4: Einfachste Möglichkeit der Temperaturmessung

1.4.2. Temperaturmessung 1°C - und $0,1^{\circ}\text{C}$ -Auflösung

Die am häufigsten verwendete Temperaturerfassung erfolgt mit der Anzeige in $^{\circ}\text{C}$. Dazu wird im Bild 5 eine Schaltung dargestellt, die als universeller Temperatur-Spannungsvorsatz für Digitalvoltmeter oder A/D-Wandler-Module (z.B.: C 520 D) einsetzbar ist.

Die Betriebsspannungsversorgung dieser Baugruppe beträgt $U_{CC} = +5 \text{ V}$. Dabei arbeitet der Zeitgeber-Schaltkreis B 555 D als astabiler Multivibrator und erzeugt mit den Dioden D1 ... D4 und den dazugehörigen Kondensatoren eine negative

Versorgungsspannung von $-5 \dots -8 \text{ V}$.

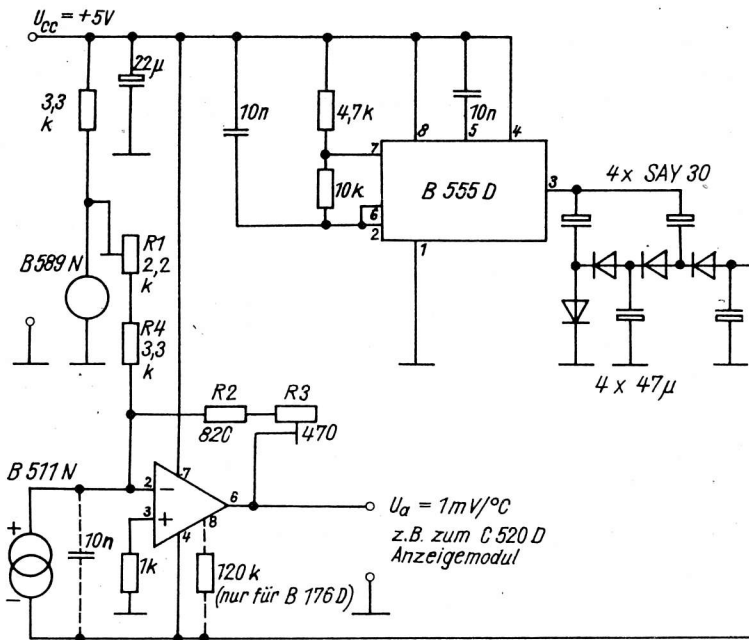


Bild 5: Thermometervorsatz für 1 °C-Auflösung

Wird eine Auflösung von 0,1 °C gewünscht, so kann mit Änderung der Rückführwiderstände (R2 und R3) die gleiche Schaltung verwendet werden. Für die Einstellregler R1 und R2 wird der 10fach höhere Wert eingesetzt.

In dieser Beschaltung sind die Temperaturkoeffizienten der Widerstände sowie die Drift des OPV's in jedem Fall zu berücksichtigen. Dabei sind die Bauelemente dementsprechend auszuwählen oder der Einstellbereich der Regler ist einzuengen (Ausmessen des Temperatursensors B 511 N).

1.4.3. Temperaturdifferenzmessung

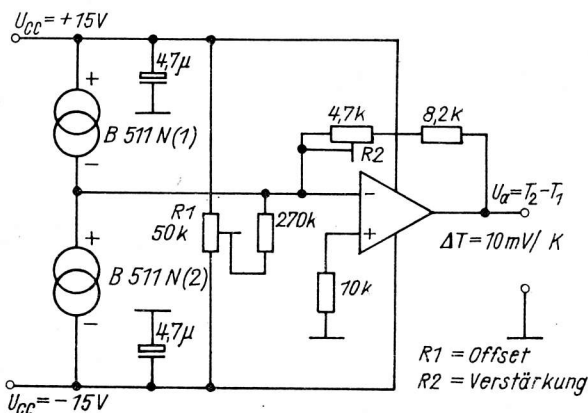


Bild 6: Temperaturdifferenzmessung

Beim Abgleich wird zuerst mit dem Regler R1 der Offset zwischen beiden Sensoren (beide B 511 N auf gleicher Temperatur) korrigiert. Werden R2 und der 8,2-kOhm-Rückführwiderstand verändert, sind bei entsprechender Dimensionierung und Berücksichtigung der Betriebsspannung auch andere Meßbereiche möglich.

Der Stromsensor B 511 N wirkt in dieser Beschaltung auf den Stromknoten, den Eingang des Operationsverstärkers (OPV). In diesen Knoten fließt gleichzeitig ein Referenzstrom, der aus der Referenzspannung (B 589 N) und einem Widerstand (3,3 kOhm und 2,2-kOhm-Regler) erzeugt wird. Mit diesem Referenzstrom wird die Anpassung auf die °C-Skala vorgenommen (Offsetabgleich mit R1). Der verbleibende Differenzstrom wird mit dem OPV und den Rückführwiderständen (820 Ohm und Regler 470 Ohm) in eine Spannung übersetzt. Der OPV arbeitet als Strom-Spannungswandler. Die Spannung am Ausgang des OPV beträgt 1 mV/°C und kann somit direkt an einen A/D-Wandler (z. B.: C 520 D, C 500 D usw.) angeschlossen werden.

Für die Regler R1 und R2 müssen infolge des großen Abgleichbereiches Spindelpotentiometer verwendet werden.

In der Meßtechnik wird manchmal nur die Temperaturdifferenz zwischen zwei benachbarten oder weiter entfernten Punkten benötigt. Das kann zum Beispiel die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur eines Gerätes oder der Temperaturgradient bei der Erwärmung eines Leistungstransistors sein. Daraus ergibt sich auch die Forderung, bis zu einigen mK aufzulösen. Der B 511 N kann für derartige Messungen kostengünstig eingesetzt werden. Das Bild 6 zeigt die Schaltung für eine einfache Temperaturdifferenzmessung. Um die Fehler der Temperaturmessung zu minimieren, sollten die eingesetzten Temperatursensoren aus einer TK-Klasse verwendet werden.

Die Betriebsspannungsversorgung von $U_{CC} = \pm 5 \dots \pm 15 \text{ V}$ ist notwendig, um eine einfache Schaltungsanordnung zu gewährleisten. Die Regler R1 und R2 dienen dem Offset- und Endwertabgleich und sind Spindelpotentiometer.

Bei hoher Auflösung muß ein dementsprechend driftarmer OPV eingesetzt werden.

Meßbereich	Auflösung	Widerstandswert
T = 100 K	1 K	820 Ω + 470 Ω -Regler
T = 10 K	0,1 K	8,2 k Ω + 4,7-k Ω -Regler
T = 1 K	0,01 K	82 k Ω + 47-k Ω -Regler

1.4.4. Temperatur-Strom-Transmitter 4 ... 20 mA

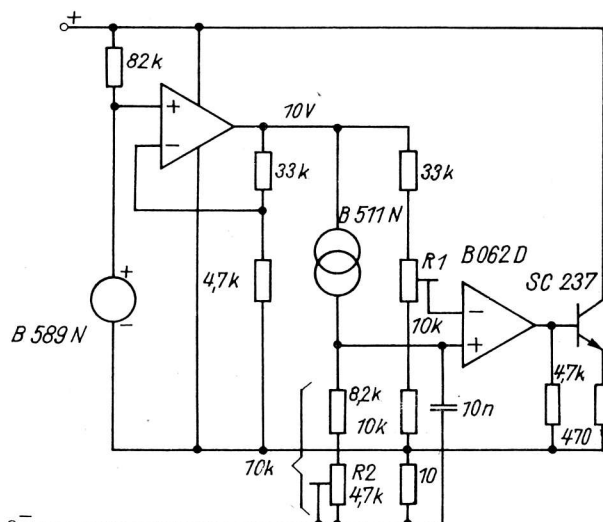


Bild 7: Temperatur-Strom-Transmitter

10 k Ω /10 Ω zu $1000 \triangleq 1 \text{ mA}/^\circ\text{C}$. Wird der 10-k Ω -Widerstand verändert, kann die Steilheit einfach geändert werden. Der Offsetabgleich erfolgt mit dem Spindelregler R1. Die Verstärkung wird mit R2 (10-k Ω -Widerstand) festgelegt.

Die Schaltung arbeitet im Spannungsbereich von 15 ... 36 V.

1.4.5. B 511 N-Meßstellenumschaltung

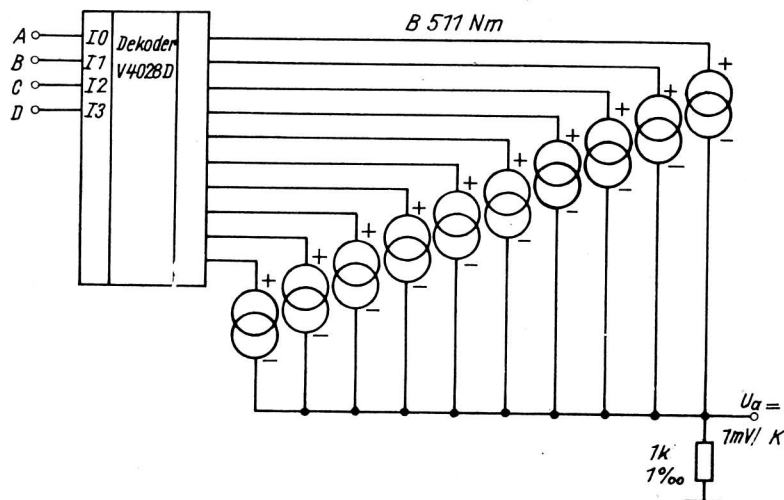


Bild 8: 10fach-Multiplexer

Die BMSR-Technik und auch einige andere Anwendungsgebiete benötigen einen Strombereich, der nicht dem des Temperatursensors B 511 N entspricht. Dazu gehört das allgemein bekannte genormte Meßsignal von 4 ... 20 mA. Bild 7 zeigt eine Temperatur-Strom-Transmitter-Schaltung für diesen Strombereich.

Mit dem Referenzelement B 589 N und einem OPV wird eine Referenzspannung (z. B.: +10 V) erzeugt. Diese konstante Spannung dient zur Betriebsspannungsbereitstellung des Temperatursensors B 511 N und einer variablen Referenzspannung. Der B 511 N arbeitet auf einen Widerstand von 10 k Ω (8,2 k Ω und 4,7-k Ω -Regler) und erzeugt bei $1 \mu\text{A}/\text{K}$ eine Spannung von 10 mV/K. Der zweite OPV regelt jegliche Eingangsspannungsdifferenz durch eine Stromänderung durch den 10- Ω -Fühlwiderstand aus. Daraus ergibt sich eine Stromverstärkung des Transmitters von

Auf Grund des großen Betriebsspannungsbereiches und der sehr guten Sperreigenschaften kann der B 511 N direkt von CMOS-Logikschaltungen (mit +5 V Versorgungsspannung) angesteuert werden. Aus diesem Grunde ist der Temperatursensor B 511 N für Messungen mit "Multiplexern" geeignet. Dabei kann bei der Multiplexierung einmal die Betriebsspannung gemultiplext werden (Bild 8) oder auch der Ausgangsstrom des Sensors. Im Bild 8 wird die Betriebsspannungsmultiplexierung mit einem CMOS-Dekoder (V 4028 D) vorgenommen.

Der Meßfühler, der an logisch "High" liegt, ist dann aktiv. Die anderen, die auf Logisch "Low" liegen, sind festgelegt. Für die Multiplexierung sind in jedem Fall nur die Bauelemente aus der Klasse B 511 N^{1/} verwendbar, da die Fehler der anderen Klassen ($F = \pm 20 \% = \pm 60 \text{ K}$) die Anwendung stark einschränken würden.

Der Stromausgang, der von allen Sensoren zusammengefaßt ist, arbeitet auf einem Widerstand von 1 kOhm (1 % Genauigkeit). Dieser wandelt den Ausgangsstrom in eine der absoluten Temperatur proportionale Spannung (1 mV/ K) um. Soll eine noch größere Zahl von Meßstellen abgefragt und weiterverarbeitet werden, so kann das mit einer Matrixanordnung der B 511 N erfolgen. Dabei kann der Dekoder V 4028 D als "Betriebsspannungsgeber" (10 Zeilen) und der V 4051 D als "Ausgangsstromempfänger" (8 Spalten) dienen.

1.4.6. Minimal-, Maximal- und Mittelwerttemperatur

Für diese Meßmöglichkeiten ist ebenfalls aus den Größen der Absolutfehler (s. Abschn. 1.4.5.) nur der B 511 Nm anwendbar.

Der B 511 N ist eine Stromquelle. Aus diesem Grunde läßt sich durch die Reihenschaltung der Temperatursensoren die Minimaltemperatur der eingesetzten Fühler messen, da der Gesamtstrom durch den Fühler mit der niedrigsten Temperatur begrenzt wird (Bild 9a).

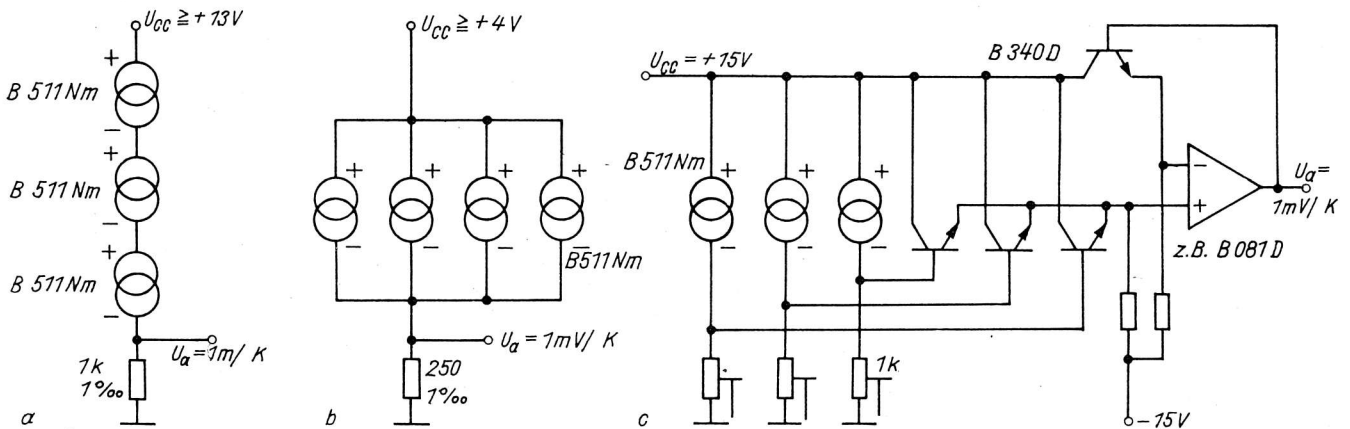


Bild 9: Temperaturerfassung (a - Minimaltemperatur, b - Mittelwerttemperatur, c - Maximaltemperatur)

Dazu ist es zuerst notwendig, die Ströme in Spannungen umzuwandeln. Diese werden danach untereinander verglichen und die "maximale Temperaturspannung" am OPV-Ausgang bereitgestellt (Bild 9c). Der Mittelwert läßt sich durch den Stromquellenausgang des Temperatursensors sehr leicht bestimmen. Dazu werden die B 511 N parallel auf einen gemeinsamen Widerstand geschaltet (Bild 9b). Der Widerstand hat dann die Größe 1 kOhm/u (u = Anzahl der Temperatursensoren).

2. Referenzspannungselement B 589 N

2.1. Einleitung und allgemeine Beschreibung B 589 N

Die Bauelemente, die als Referenzspannungsquellen in den verschiedensten Schaltungen zur Anwendung kommen (D/A-Wandler, A/D-Wandler, Meßwertfassungssysteme usw.), sollen in den meisten Fällen ideale Eigenschaften besitzen:

- niedriger TK der Ausgangsspannung
- niedriger Innenwiderstand
- große Kurz- und Langzeitstabilität
- stabil gegenüber thermischen Belastungen

^{1/} ($F = \pm 1 \% = \pm 3 \text{ K}$)

Zur Zeit gibt es drei große Richtungen, in die die Referenzbauelemente eingeordnet werden können:

- die Standardzellen (gesättigt und ungesättigt)
- Z-Dioden
- Bandgap-Referenzspannungsquellen

Die gesättigten Standardzellen besitzen eine Spannung von 1,02 V. Sie sind stabil, besitzen aber einen großen TK ($-40 \mu\text{V/K}$). Die ungesättigten Standardzellen haben zwar einen niedrigen TK ($-5 \mu\text{V/K}$), besitzen aber schlechte Drifteigenschaften. Die Z-Dioden können mit einem niedrigen TK hergestellt werden, besitzen auch gute Drifteigenschaften, liegen jedoch mit ihrer Ausgangsspannung zwischen 5 ... 7 V.

Die Bandgap-Referenzspannungsquellen beseitigen zum größten Teil diese Nachteile der o. g. Referenzschaltungen. Die integrierten Schaltkreise B 589 N arbeiten nach dem Bandgap-Prinzip, welches im folgenden Abschnitt erläutert wird.

Der integrierte Schaltkreis B 589 N liefert bei einem Strom von $50 \mu\text{A} \dots 5 \text{ mA}$ eine Ausgangsspannung von 1,235 V. Die temperaturkompensierte Bandgap-Quelle gibt es in vier TK-Klassen im Betriebstemperaturbereich von $T_a = 0 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Bei einem minimalen Betriebsstrom von $50 \mu\text{A}$ ist der B 589 N eine attraktive Alternative für die Bereitstellung einer Low-Power-Referenz.

2.2. Schaltungsbeschreibung B 589 N

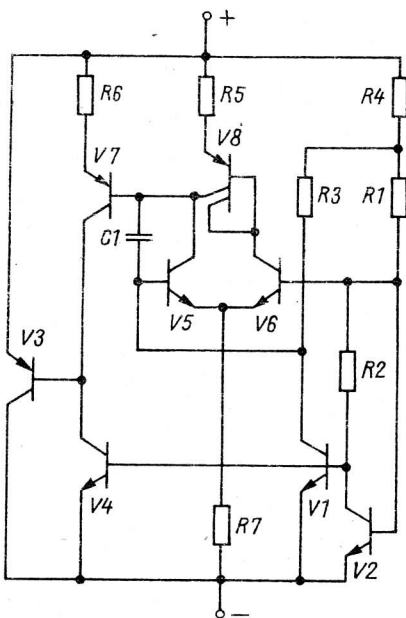


Bild 10: Innenschaltung B 589 N

Die Grundlage für die Erzeugung einer temperaturabhängigen Referenzspannung ist das Bandgap-Prinzip.

In modifizierter Form kommt beim B 589 N das allgemein bekannte Bandgap-Prinzip ("Widlar-Diode") zur Anwendung. Durch die Transistoren V1 und V2 (Bild 10) fließt ein PTAT-Strom. Die Emitterflächen und die damit verbundenen Stromdichten sind unterschiedlich, so daß verschiedene U_{BE} 's entstehen. Über R2 entsteht eine Basis-Emitter-Spannung mit positiven Temperaturkoeffizienten. Die Aufstockung dieser Spannung erfolgt mit den Widerständen R1 und R4. Die Summe der Spannungen ist temperaturunabhängig ($U_{R4} + U_{R1} + U_{BEV2}$). Die Ausregelung von Stromdifferenzen durch V1 und V2 wird mit dem Differenzverstärker V5, V6 und V8 sowie dem pnp-Transistor V3 vorgenommen.

2.3. Applikative Hinweise

- Das TK-Minimum des Referenzspannungselementes B 589 N liegt zwischen $T_a = 10 \dots 25 \text{ }^\circ\text{C}$ bei einem Betriebsstrom von $500 \mu\text{A}$. Der minimale TK-Wert liegt also nicht im Meßbereich ($T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta T = 40 \text{ K}$).
- Durch Änderung des Speisestromes kann das TK-Minimum geringfügig verschoben werden. Erste Untersuchungen ergaben bei einem Strom von 5 mA eine Verschiebung auf $T_a = 20 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.4. Applikationen

Die in diesem Kapitel enthaltenen Applikationen stellen eine Auswahl aus den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Referenzspannungselementes B 589 N dar.

2.4.1. Einfache Referenzspannungserzeugung

Die einfachste Beschaltung des B 589 N, zur Erzeugung einer stabilen Spannung, ist die mit einem Widerstand (Bild 11a) an U_{CC} . Dabei ist der Widerstand folgendermaßen zu dimensionieren:

$$R_L = \frac{U_{CC} - U_a}{I(\text{B 589 N})}$$

$$U_a = 1,235 \text{ V}$$

$$I(\text{B 589 N}) = 50 \mu\text{A} \dots 5 \text{ mA}$$

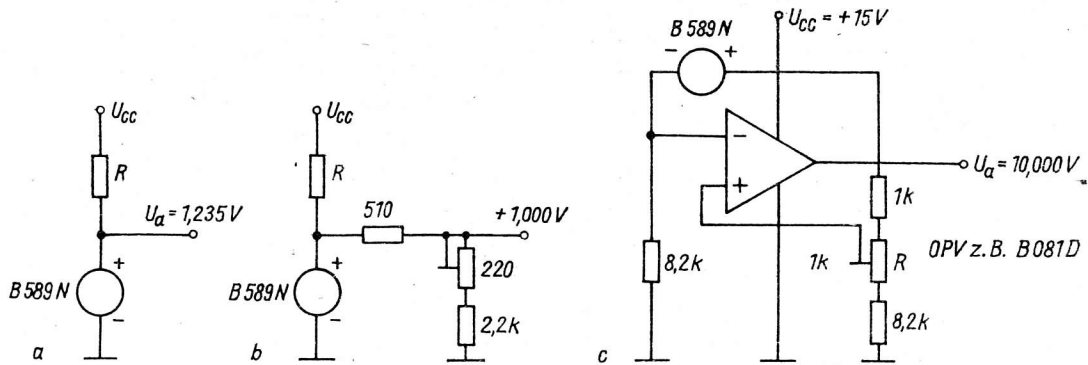


Bild 11: Einfache Referenzspannungserzeugung (a - Beschaltung mit Widerstand, b - Schaltung für Referenzspannung von 1,000 V, c - Schaltung für Referenzspannung von 10,000 V)

Im Bild 11b ist die Schaltung mit Dimensionierung für eine 1,000 V Referenzspannung angegeben, wie sie für hochauflösende A/D-Wandler benötigt wird (z. B. C 500 D). Die Weiterverarbeitung der Referenzspannung muß entweder hochohmig erfolgen oder ein Puffer-OPV nachgeschaltet werden. Wird für eine Schaltungseinheit eine höhere Referenzspannung benötigt, kann die Schaltung nach Bild 11c verwendet werden. Der OPV arbeitet mit einer einzelnen Betriebsspannung und erzeugt mit dem B 589 N im angegebenen Beispiel eine Spannung von 10,000 V (mit dem Einstellregler R fein einstellbar).

Eine negative Referenzspannung kann mit gleicher Schaltung erfolgen. Dabei müssen jedoch die Betriebsspannungsanschlüsse des OPV's und des Referenzspannungselementes vertauscht werden.

2.4.2. Stabilisiertes Netzteil mit Strombegrenzung

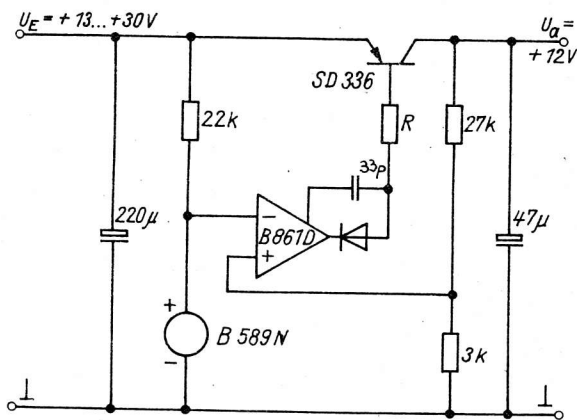


Bild 12: Stabilisiertes Netzteil mit Strombegrenzung

In den meisten praktischen Anwendungsfällen wird die stabilisierte Stromversorgung von Baugruppen und Geräten mit integrierten Spannungsreglern (z. B. B 3170 H, B 3370 H) vorgenommen. Es gibt aber Anwendungsfälle, wo diese Bauelemente nicht zum Einsatz kommen können (unstabilisierte Eingangsspannung - Ausgangsspannung = 3 V). Für diese Anwendung bietet die Schaltung nach Bild 12, trotz erhöhtem Aufwand, eine Alternative.

Die gesamte Schaltung des Netzteils (OPV und Transistor) arbeitet als nichtinvertierender OPV bis $U_{CC} - U_a \geq 1 \text{ V}$. Einen echten Kurzschlußschutz gibt es nicht. Die Strombegrenzung wird mit dem Widerstand R vorgenommen.

2.4.3. Einfache Thermostatschaltung

In der Praxis wird ab und zu ein Kleinthermostat benötigt, der einen geringen Schaltungsaufwand hat, mit einer Einzelbetriebsspannung auskommt und gute Regeleigenschaften besitzt.

Die Schaltung nach Bild 13 zeigt eine Möglichkeit diesen Anforderungen nachzukommen.

Die Referenzspannung wird von einem B 589 N bereitgestellt und am OPV (B 861 D) mit dem spannungsgewandelten Signal des B 511 N (als Temperatursensor eingesetzt) verglichen und über den Transistor, der gleichzeitig als Heizelement dient, ausgeregelt. Mit dem Widerstand R2 wird die Strombegrenzung des Transistors eingestellt. Die gewünschte Thermostattemperatur wird mit dem Regler R1 vorgegeben. Die Anpassung der thermischen Zeitkonstante Heiztransistor - Temperatursensor an das gewünschte Regelverhalten wird mit dem Regler R3 vorgenommen.

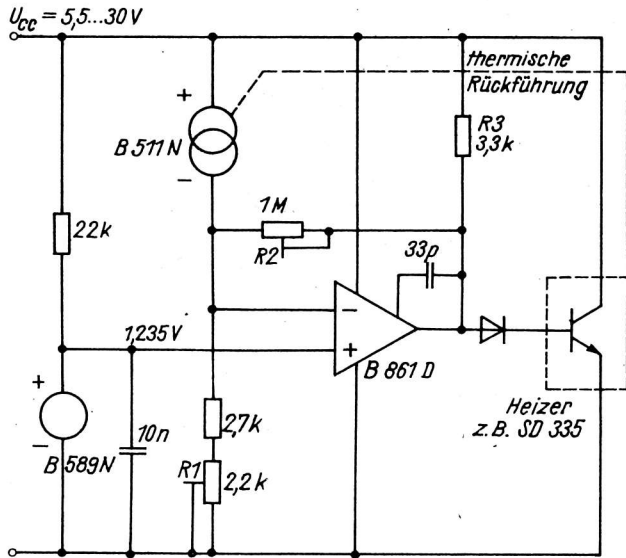


Bild 13: Einfache Thermostatschaltung (R1-Einstellbereich $\vartheta = 30 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$, R2-Regelverstärkung, R3-Strombegrenzung)

Praktische Versuche zeigten, daß zum Beispiel mit einem Schwingquarz (HC 18 U) eine Genauigkeit von $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (bei eingestellter Temperatur $\vartheta_a = 60 \text{ }^\circ\text{C}$) erreicht wurde.

Der aus den garantierten Bauelementeparametern resultierende Betriebsspannungsbereich ist $U_{CC} = 6 \dots 30 \text{ V}$. Die Schaltung arbeitet aber ab $U_{CC} = 4,5 \text{ V}$ sicher (TTL-anwendungsfähig). Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Bereitstellung einer hochstabilen temperaturunabhängigen Referenzquelle. Dabei arbeitet die Referenzquelle B 589 N im Regelkreis des Thermostaten und ist gleichzeitig die Referenz für eine hochstabile Referenzquelle (z. B.: für sehr hochauflösende A/D-Wandlersysteme, $TK = 0,5 \text{ }^\circ/\text{oo}$).

3. Anschlußbelegung B 511 N und B 589 N

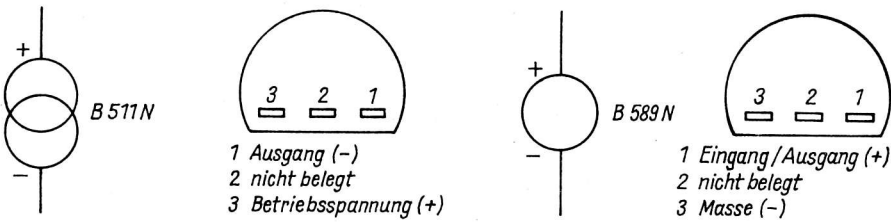


Bild 14: Anschlußbelegung B 511 N/ B 589 N (SOT 54-Gehäuse)

4. Grenzwerte, Betriebsbedingungen und Kennwerte

4.1. B 511 N

Tabelle 1: Grenzwerte

Kenngröße	Symbol	Einheit	Kleinstwert	Größt- wert
Betriebs- spannung	U_{CC}	V	- 20	40
Umgebungs- temperatur- bereich	ϑ_a	$^\circ\text{C}$	- 55	150

Tabelle 2: Betriebsbedingungen

Kenngröße	Symbol	Einheit	Kleinst- wert	Größt- wert
Betriebs- spannung	U_{CC}	V	4	30
Umgebungs- temperatur- bereich	ϑ_a	$^\circ\text{C}$	- 55	125

Tabelle 3: Kennwerte

Kenngröße	Symbol	Einheit	Prüfbedingung	B 511 N1		B 511 N2		B 511 N3		B 511 N4		B 511 N5	
				Kleinwert	Größt-wert	Kleinwert	Größt-wert	Kleinwert	Größt-wert	Kleinwert	Größt-wert	Kleinwert	Größt-wert
Toleranz des Nennwertes des Temperaturstromes	$I - I_{REP}$	μA	$V_a = 25^\circ C - 5 K$ $I_{REF} = 298,2 \mu A$ bei $V_a = 25^\circ C$	-60,6	-28,7	-31,3	-2	2	30,8	28,2	60,6	-3	3
Betriebsspannungsrückwirkung	$\frac{I}{U_{CC}}$	$\frac{\mu A}{V}$	$V_a = 25^\circ C - 5 K$ $U_{CC} = (4 \dots 5)V$ $U_{CC} = (5 \dots 15)V$ $U_{CC} = (15 \dots 30)V$	-0,5	0,5	-0,5	0,5	-0,5	0,5	-0,5	0,5	-0,5	0,5

4.2. B 589 N

Tabelle 4: Grenzwerte

Kenngröße	Symbol	Einheit	Kleinwert	Größt-wert
Betriebsstrom	I_{CC}	mA	- 10	10
Umgebungstemperaturbereich	V_a	$^\circ C$	0	70

Tabelle 5: Betriebsbedingungen

Kenngröße	Symbol	Einheit	Kleinwert	Größt-wert
Betriebsstrom	I_{CC}	mA	0,05	5
Umgebungstemperaturbereich	V_a	$^\circ C$	0	70

Tabelle 6: Kennwerte

Kenngröße	Symbol	Einheit	Prüfbedingung	Kleinwert		Größt-wert	
				N	Np	N	Np
Ausgangsspannung	U_0	V	$V_a = 25^\circ C - 5 K$ $I_{CC} = 0,5 mA \pm 2 \%$	1,20		1,25	
Änderung der Ausgangsspannung im Betriebsstrombereich	$ \Delta U_0 $	mV	$V_a = 25^\circ C - 5 K$ $I_{CC} = 0,05 \dots 5 mA$	0		5	
Temperatur Koeffizient der Ausgangsspannung	$\frac{ \Delta U_0 }{U_0 \cdot T}$	$\frac{10^{-6}}{K}$	$V_a = 25^\circ C - 5 K$ $\Delta V = 40 K$	0	100	50	25
			$I_{CC} = 0,05 mA \pm 2 \%$			10	10

Literatur:

- /1/ Sheingold, Daniel: Transducer Interfacing Handbook
Analog Devices, USA, 1980
- /2/ Low cost voltage reference for analog circuits
Analog Dialogue 8-1, 1974
- /3/ Kühnel, Claus: Thermisches Verhalten von Bipolartransistoren
in Referenzquellen.
radio fernsehen elektronik, Berlin 29(1980) 7, S. 432-434

Dipl.-Ing. Andreas Wolf

VEB Zentrum Wissenschaft und Technik
Betrieb des VEB Kombinat Rundfunk und Fernsehen

Stereodekoder mit gleitendem Mono-Stereo-Übergang mit dem Schaltkreis A 290 D

1. Allgemeines

1.1. Stereo-Empfang bei kleinem HF-Eingangssignal

Bei genügend großem HF-Eingangssignal ist der Empfang von Stereo-Sendungen - abgesehen von hier nicht zu betrachtenden Problemen (z. B. Mehrwegeempfang, Störungen durch einen starken Nachbarnsender) - mit zur Zeit im Handel befindlichen Stereo-Rundfunkempfängern ohne Schwierigkeiten möglich.

Mit kleiner werdendem HF-Eingangssignal verschlechtert sich jedoch, bedingt durch das Übertragungsprinzip, der Signal-Rausch-Abstand des dekodierten Stereo-Signals stärker als der des Mono-Signals. Das Rauschverhalten eines typischen FM-Stereoempfängers zeigt Bild 1. In den beiden Kurven ist die Rauschspannung am NF-Ausgang des Rundfunkempfängers mit und ohne Stereo-Dekodierung in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung dargestellt. Daraus läßt sich erkennen, daß bei Stereoempfang ein um ca. 20 dB stärkeres Empfangssignal erforderlich ist, um den gleichen Signal-Rausch-Abstand wie bei Mono zu erreichen.

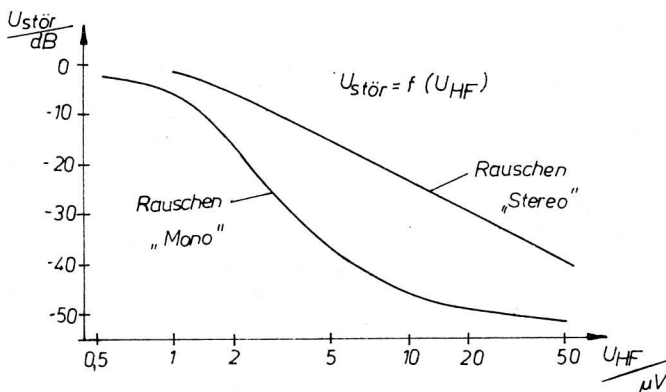
Bei herkömmlichen Rundfunkempfängern kann bei kleinem HF-Eingangssignal der Stereo-Dekoder vom Nutzer des Gerätes manuell ausgeschaltet werden. Bei hochwertigen Geräten ist eine automatische Abschaltung eingebaut, die den Stereo-Dekoder in Abhängigkeit der HF-Eingangsspannung aus- bzw. einschaltet. In beiden Fällen bedeutet das einen Verzicht auf Stereo-Empfang. Die automatische Umschaltung hat außerdem den Nachteil, daß bei sich ändernden Empfangsbedingungen (z. B. Fernempfang) der Stereo-Dekoder dauernd ein- und ausgeschaltet wird. Besonders extrem tritt dieser sehr störende Effekt beim Betrieb eines Stereo-Empfängers im fahrenden Kraftfahrzeug auf. Hier kommt es sogar im Sendernahfeld durch die laufenden Standortänderungen des Empfängers zu sehr starken Schwankungen des HF-Eingangssignals. Unter diesen Bedingungen wird auch bei sonst automatisch schaltenden Stereo-Dekodern vom Nutzer des Gerätes auf den Stereo-Empfang gänzlich verzichtet und das Gerät manuell auf Mono geschaltet.

Ziel der Arbeiten war es:

- den Stereo-Empfang in einem größeren HF-Eingangsbereich optimal zu gewährleisten
- die störenden Umschalteffekte bei automatischer Mono-Stereo-Umschaltung zu vermeiden.

1.2. Gleitende Mono-Stereo-Umschaltung

Dieses Ziel kann mit der sogenannten gleitenden Mono-Stereo-Umschaltung erreicht werden. Es läßt sich zeigen, daß die im Bild 1 dargestellten Verhältnisse nur für maximale Kanaltrennung zutreffen.



Durch Verringerung der Übersprechdämpfung im Stereo-Dekoder lassen sich "Zwischenwerte" für den Signal-Rausch-Abstand einstellen. Bild 2 zeigt wiederum das Rauschen in Abhängigkeit vom HF-Eingangssignal, wobei die Übersprechdämpfung als Parameter eingetragen ist. Die definierten Werte der Übersprechdämpfung werden labormäßig durch ein Widerstandsnetzwerk an den beiden NF-Ausgängen des Rundfunkempfängers realisiert.

Bild 1: Rauschabstand des NF-Signals in Abhängigkeit vom HF-Eingangssignal

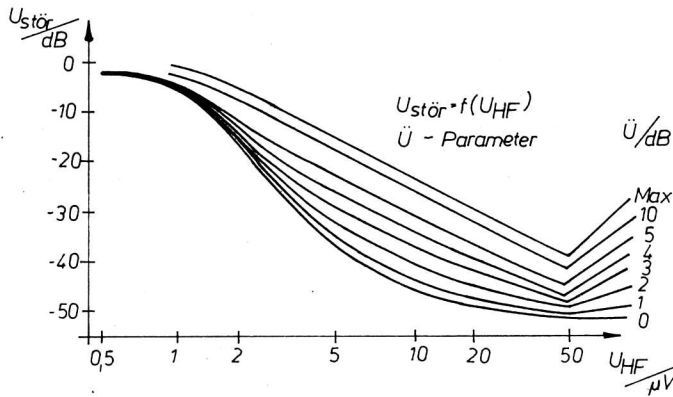


Bild 2: Rauschen in Abhängigkeit vom Eingangssignal mit Übersprechdämpfung des NF-Kanals als Parameter

In Kenntnis der im Bild 2 dargestellten Tatsache ist also eine Baugruppe zu schaffen, die die Übersprechdämpfung des dekodierten Stereo-Signals so einstellt, daß in einem möglichst großen Bereich ein befriedigender Signal-Rausch-Abstand erreicht wird.

Bild 3 zeigt den Zusammenhang zwischen Signal-Rausch-Abstand, HF-Eingangssignal und Übersprechdämpfung. Der Signal-Rausch-Abstand wird im Übergangsbereich auf 40 dB konstant gehalten. Die zugehörige Übersprechdämpfung ergibt sich aus Bild 2.

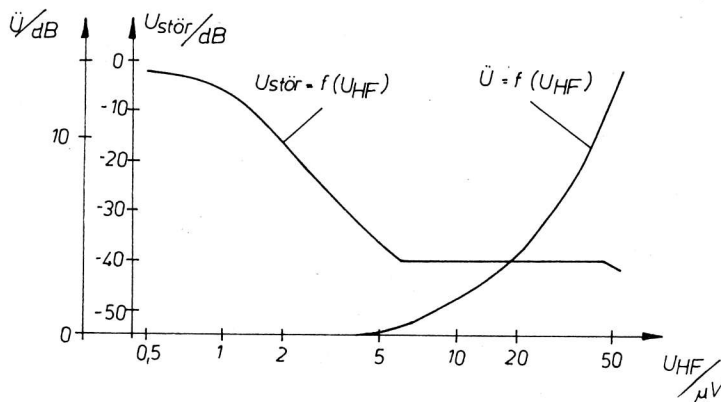


Bild 3: Sinnvoller Verlauf des Rauschabstandes in Abhängigkeit vom HF-Eingangssignal und die dazugehörige Übersprechdämpfung

Für die technische Realisierung der Forderung gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

1. Beeinflussung des MPX-Signals vor dem Stereo-Dekoder
2. Beeinflussung der R- und L-Signale nach dem Stereo-Dekoder

Die Beeinflussung des MPX-Signals bedeutet eine Bandbreitensteuerung dieses Kanals in Abhängigkeit der HF-Eingangsspannung. In Frage kommt dafür ein in seiner Grenzfrequenz steuerbarer Tiefpaß. In diesem Beitrag soll nur die zweite Möglichkeit, also die Beeinflussung der R- und L-Information betrachtet werden.

1.3. Voraussetzungen für die Realisierbarkeit der gleitenden Mono-Stereo-Umschaltung

Ausgangspunkt ist ein UKW-Empfänger mit dem Stereo-Dekoder-Schaltkreis A 290 D.

Um unabhängig von dem gezielt gesteuerten Mono-Stereo-Übergang eintretende Umschalteffekte zu vermeiden, ist die Grundvoraussetzung der im gesamten interessierenden HF-Pegelbereich eingerastete PLL der 38 kHz Trägerrückgewinnung. Diese Bedingung kann nur erfüllt werden, wenn der Begrenzungseinsatz des vorangehenden HF-Teiles tief genug liegt, d. h. der 19 kHz Pilottonpegel am Ausgang des FM-Demodulators bei Verminderung des HF-Eingangssignals mit annähernd konstant bleibender Amplitude im Rauschen verschwindet.

Eine zweite Voraussetzung zur Steuerung des Mono-Stereo-Übergangs ist, daß vom HF-Teil des Rundfunkempfängers eine Gleichspannung abgeleitet werden kann, die der HF-Eingangsspannung proportional ist. Diese beiden Forderungen werden vom UKW-Teil des Autoradios A 320 erfüllt, der für alle Untersuchungen verwendet wurde. Der ZF-Verstärker des A 320 ist mit einem Schaltkreis A 225 D bestückt.

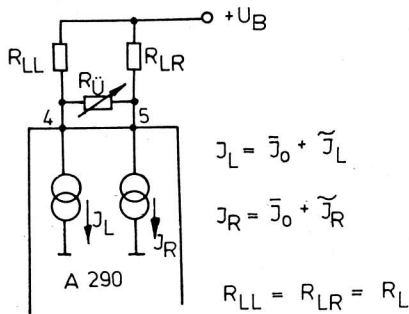


Bild 4 zeigt die prinzipielle Ausgangsschaltung des A 290 D. Der Widerstand R_{Uj} dieser Schaltung, erzeugt das Übersprechen zwischen den beiden Kanälen. Der Dekoder liefert an den Ausgängen 4 und 5 Ströme, die sich aus einem Gleichstromanteil \bar{I}_0 und einem NF-Anteil I_R (bzw. I_L) zusammensetzen. Der 38-kHz-Anteil und dessen Oberwellen brauchen hiertei nicht betrachtet zu werden. Die resultierenden Ströme durch die Lastwiderstände sind für den linken Kanal:

Bild 4: NF-Ausgang des A 290 D mit eingetragenen Widerstand zum Erzeugen des Übersprechens

$$I_{RLL} = \frac{1}{1 + \frac{R_{LL}}{R_{LR} + R_{Uj}}} I_L + \frac{1}{1 + \frac{R_{LR} + R_{Uj}}{R_{LL}}} I_R$$

mit $R_{LL} = R_{LR} = R_L$, $I_L = \bar{I}_0 + \tilde{I}_L$, $I_R = \bar{I}_0 + \tilde{I}_R$, $A = \frac{R_L}{R_L + R_{Uj}}$

ergibt sich

$$I_{RLL} = \frac{1}{1 + A} \tilde{I}_L + \frac{1}{1 + \frac{1}{A}} \tilde{I}_R + \bar{I}_0$$

und für den rechten Kanal:

$$I_{RLR} = \frac{1}{1 + A} \tilde{I}_R + \frac{1}{1 + \frac{1}{A}} \tilde{I}_L + \bar{I}_0$$

Für den Grenzwert $R_{Uj} = 0$ d. h. $A = 1$ ergibt sich

$$I_{RLL} = I_{RLR} = \frac{\tilde{I}_L + \tilde{I}_R}{2} + \bar{I}_0$$

ein reines Mono-Signal und für $R_{Uj} \rightarrow \infty$ d. h. $A = 0$

$$I_{RLL} = \tilde{I}_L + \bar{I}_0 \quad I_{RLR} = \tilde{I}_R + \bar{I}_0$$

die reinen Stereo-Signale.

Die Zwischenwerte zwischen Mono und Stereo werden durch die Variation des Widerstandes R_{Uj} eingestellt. Die Gleichungen zeigen auch, daß die Größe von R_{Uj} ohne Einfluß auf den Gleichstrom durch die Lastwiderstände ist.

Für die der Aufgabenstellung entsprechende elektronische Steuerung des Widerstandes R_{Uj} kommen verschiedenste aktive Bauelemente in Betracht. Ausgewählt wurden zwei Varianten, einmal ein Sperrschicht-FET und zum anderen Dioden.

2. Schaltungstechnische Realisierung der gleitenden Mono-Stereo-Umschaltung

2.1. Steuerschaltung mit einem FET

Im Bild 5 ist die Schaltung mit einem Sperrschicht-FET als Stellglied dargestellt. Der FET liegt mit seiner Drain-Source-Strecke zwischen Anschluß 4 und Anschluß 5 des A 290 D. Die Steuerung des Kanalwiderstandes erfolgt über das Gate. Nach der im Bild 4 dargestellten Strombilanz ist die Drain-Source-Strecke gleichstromfrei. Die Übersprechdämpfung in Abhängigkeit der Gate-Source-Spannung zeigt Bild 6.

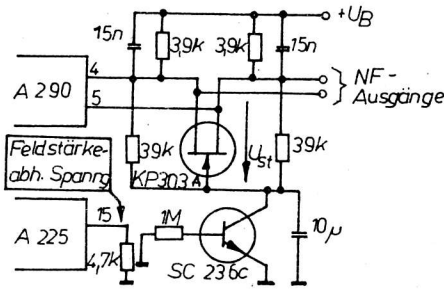


Bild 5: Steuerschaltung mit FET

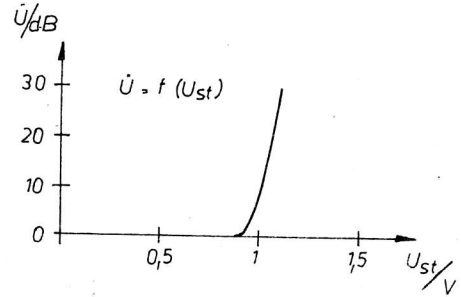


Bild 6: Steuerverhalten des FET

Zur Realisierung der HF-pegelabhängigen Steuerung ist eine Emitterstufe als Verstärker zwischen Anschluß 15 des A 225 D und dem Gate des FET geschaltet. Der Kollektorwiderstand dieser Verstärkerstufe ist aufgeteilt. Dadurch fließen gleiche Teilströme in die beiden Lastwiderstände des A 290 D, womit die Drain-Source-Strecke gleichstromfrei bleibt. Die so gewählte Ansteuerung des FET hat bezüglich Arbeitspunktstabilität große Vorteile, weil die Gatespannung über die Lastwiderstände der Emitterstufe direkt auf Source und Drain bezogen wird. Der Kollektorstrom der Emitterstufe ist nahezu unabhängig von der Kollektorspannung und damit die Gate-Source-Spannung unabhängig von der Betriebsspannung, den Lastwiderständen und den Gleichströmen an den Anschlüssen 4 und 5 des A 290 D.

2.2. Steuerschaltung mit Dioden

Im Bild 7 ist eine Schaltung mit Dioden als Stellglied dargestellt. Der differentielle Widerstand der beiden Siliziumdioden wird über den Diodenstrom gesteuert. Die Dioden sind wechselstrommäßig antiseriell geschaltet, um die nichtlineare Diodenkennlinie teilweise zu linearisieren. Dadurch ergibt sich ein günstiger Einspeisepunkt für den Diodenstrom. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Verstärker aus einer Reihenschaltung, einer Kollektorstufe und einer Basisstufe. Dadurch wird eine phasenrichtige Verstärkung der feldstärkeabhängigen Spannung des A 225 D erreicht.

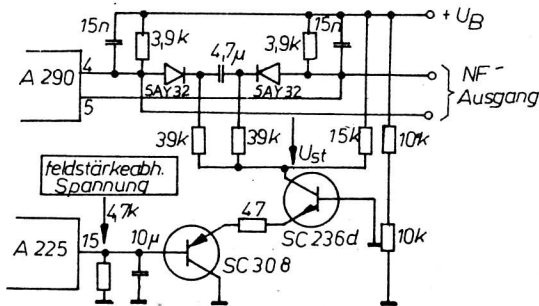


Bild 7: Steuerschaltung mit Dioden

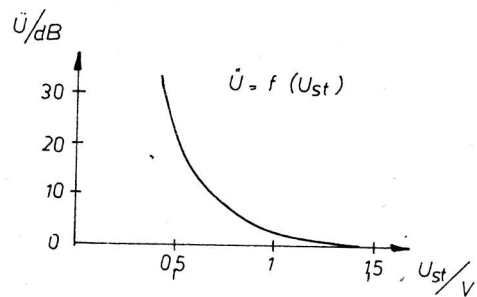


Bild 8: Steuerverhalten der Dioden

Bild 8 zeigt die Steuerkennlinie. Dabei ist die Steuerspannung U_{st} die Spannung, die über der Reihenschaltung der Dioden mit dem Widerstand zur Stromspeisung steht.

Die sich für diese Schaltung und der Steuerschaltung mit FET ergebende Abhängigkeit der Rauschspannung ist in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung in Bild 11 dargestellt.

2.3. Nachteile der Steuerschaltungen mit FET und Dioden

Der Hauptnachteil der Steuerung mit Dioden besteht darin, daß der Signalspannung, die durch den Steuerstrom über den Lastwiderständen des A 290 D hervorgerufene Spannungsänderung überlagert wird. Dieses Verhalten läßt sich nur mit sehr aufwendigen Kompensationsmaßnahmen beseitigen.

Für die hier vorgestellte einfache Schaltung ergibt sich die Forderung, daß die untere Grenzfrequenz des nachfolgenden NF-Zweiges und die Schnelligkeit der Regelung genügend weit auseinander liegen. Für den Einsatz in Autoempfängern ist das durch die relativ hohe untere Grenzfrequenz des NF-Zweiges meist gegeben. Außerdem kann mit steilflankigen Hochpaßfiltern die tieffrequente Steuerungsspannung vom NF-Verstärker ferngehalten werden.

Ähnlich verhält sich auch die beschriebene Steuerschaltung mit einem FET. Hierbei läßt sich dieser Nachteil aber beseitigen, indem der Kollektorstrom der Verstärkerstufe nicht durch die Lastwiderstände des A 290 D fließt. Für eine derartige Schaltung ist ein genügend exaktes Bezugspotential für die Gatespannung bereitzustellen.

Ein weiterer Nachteil beider Schaltungsvarianten ist, daß im Übergangsbereich von Mono auf Stereo der Klirrfaktor des übergesprochenen Signals durch die nichtlinearen Übertragungskennlinien der Dioden bzw. des FET auf ca. 10 % ansteigt. Die Größe des Gesamtklirrfaktors ist hauptsächlich abhängig vom gerade anliegenden Signal. Mittige bzw. Monosignale werden unverzerrt übertragen. Extrem rechte bzw. linke Signale werden im Übergangsbereich am meisten verzerrt. Subjektive Tests mit verschiedenen Programmen haben ergeben, daß zumindest in Autoradios die hier beschriebenen Verzerrungen nicht als störend empfunden bzw. kaum wahrgenommen werden.

2.4. Steuerschaltung mit einem A 274 D

Eine Lösung, die optimale Ergebnisse bezüglich Übertragungseigenschaften liefert, ist der Einsatz eines elektronischen Potentiometers zur Regelung des Übersprechens. Diese Schaltungsvariante weicht von den vorherigen insofern ab, als das Übersprechen nicht direkt an den Lastwiderständen des A 290 D erzeugt wird, sondern eine unabhängige Baugruppe diese Steuerung übernimmt. Aus Kostengründen ist diese Variante nur für Spitzengeräte geeignet.

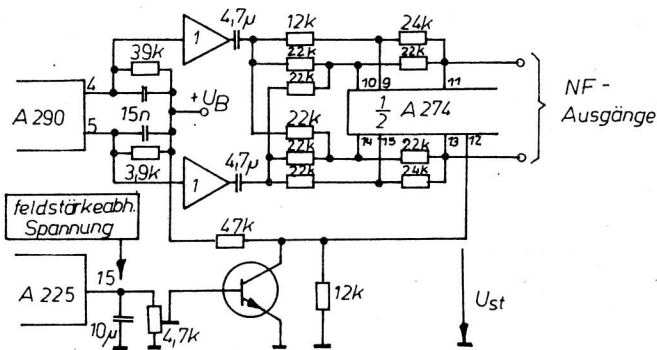


Bild 9: Steuerschaltung mit A 274 D

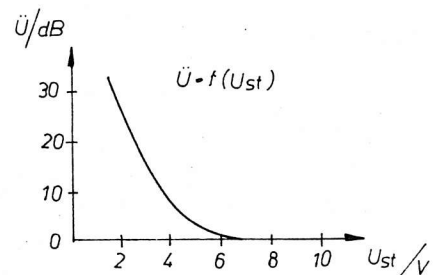


Bild 10: Steuerverhalten des A 274 D

Bild 9 zeigt ein Schaltungsbeispiel mit einem A 274 D als Steuerschaltung. Auf einem "Potentiometeranschlag" arbeiten die beiden Kanäle des A 274 D jeweils als invertierende Verstärker, auf dem anderen "Anschlag" als Summierverstärker. Über dem Steuereingang 12 werden die verschiedenen Übersprechwerte eingestellt. Zwischen A 290 D und A 274 D ist zur Entkoppelung ein Trennverstärker geschaltet. Die Steuerkennlinie zeigt Bild 10. Die feldstärkeabhängige Spannung aus dem A 225 D wird in einer Emitterstufe verstärkt und dem A 274 D als Stellgröße zugeführt. Die resultierende Kennlinie der NF-Steuerungsspannung über dem HF-Eingangspegel ist in Bild 11 eingetragen.

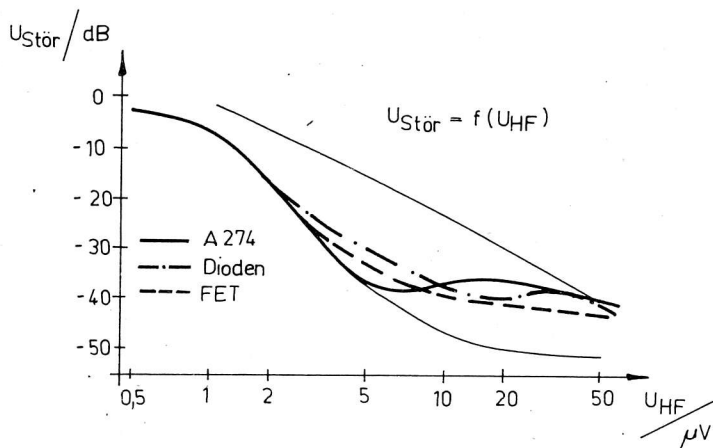


Bild 11: Erzieltes Rauschverhalten der Schaltungen aus Bild 5, Bild 7 und Bild 9

3. Zusammenfassung

Ein Vergleich der drei verschiedenen Kurven der NF-Störspannung über dem HF-Eingangspegel (Bild 11) zeigt, daß mit allen drei Schaltungen annähernd das nach Bild 3 als optimal hervorgehobene Übertragungsverhalten erreicht wird.

Die Schaltungen unterscheiden sich vor allem in den Kosten und der Qualität der Beeinflussung der Signale (Klirrfaktor, Steuerspannungseinkopplung in den NF-Zweig).

Mit diesen vorgestellten Schaltungsprinzipien ist eine gleitende Mono-Stereo-Umschaltung in Verbindung mit dem Dekoder-Schaltkreis A 290 D möglich, die insbesondere für Autoempfänger vorteilhaft einsetzbar ist. Die vorgeschlagenen Schaltungen zur Bildung der Steuerspannung in Abhängigkeit der feldstärkeabhängigen Spannung stellen keine optimierten Lösungen dar, sondern sind nur mögliche Varianten, die zur labormäßigen Erprobung der Schaltungsvarianten dienen. Beim Einsatz einer derartigen Schaltung ist durch umfangreiche subjektive Tests insbesondere die Steuerzeitkonstante dem jeweiligen Problem anzupassen. Die mögliche Änderungsgeschwindigkeit der HF-Spannung und die untere Grenzfrequenz des nachfolgenden HF-Verstärkers sind dabei hauptsächlich zu beachten.

Die Rechtmängelfreiheit der vorliegenden Schaltungen wurde nicht untersucht.

Literatur:

- /1/ Blaupunkt Autoradio
Paris Stereo CR
Blaupunkt-Werke GmbH Hildesheim
- /2/ Mallon, Dietmar: Neue Stereo-Dekoder mit niedriger Stromaufnahme
Funk-Technik, Heidelberg 36(1981)6, S. 206-210
- /3/ Englmann, J.: HiFi-Receiver R 45 das Spitzengerät der Grundig-Receiver
Grundig Technische Informationen 3 (1978)
- /4/ Gross, William H.: Stereo-Decoder LM 1870
Zwischen Mono und Stereo
Funkschau, München 54(1982)14, S. 51-53
- /5/ Karrasch, Peter: Aufbau, Funktionsweise und Anwendung des integrierten
PLL-Stereodekoder-Schaltkreises A 290 D
Mikroelektronik Information/Applikation, Heft 3
Kammer der Technik Frankfurt/Oder, 1979
- /6/ Edelmann, Peter; Jahn, Helmut: Gleichspannungsgesteuerte NF-Stereo-
Einstellschaltkreise A 273 D und A 274 D
Mikroelektronik Information/Applikation, Heft 7
Kammer der Technik Frankfurt/Oder, 1981

beratungs- und informationsstellen mikroelektronik

FSD Dr.-Ing. Herbert Kempf

FSD Dr.-Ing. Albrecht Chmura

Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik des
VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin für den Bezirk Halle

Aus der Tätigkeit der Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin im Bezirk Halle

1. Zur Arbeitsweise der Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik

Im Juli 1985 besteht die Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik (BIS) des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin für den Bezirk Halle an der Ingenieurschule für Elektrotechnik und Maschinenbau Eisleben (ISE) fünf Jahre /1/.

Die Aufgaben der Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik waren zu Beginn ihrer Tätigkeit:

- aktive Beratung und Information der Anwender der Mikroelektronik über das in der DDR verfügbare Sortiment elektronischer Bauelemente
- Übernahme von Entwicklungsarbeiten - Ratioslösungen
- technisch-ökonomische Beratung der Anwender der Mikroelektronik bei der Lösung von Aufgaben
- Durchführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen auf dem Fachgebiet der Mikroelektronik
- Mitarbeit an der zielgerichteten Informationstätigkeit

Fußend auf diesen Aufgabenstellungen hat die BIS im Bezirk Halle ihre Arbeit aufgenommen, Beratungen in Betrieben vor Ort und im Haus der ISE organisiert und durchgeführt.

Ausgangspunkt unserer Arbeit war eine Arbeitsmethodik, die die zentrale Stellung der Automatisierung technologischer Prozesse in unserer sozialistischen Gesellschaft zum Inhalt hatte, wozu eine Organisationsform für die BIS gefunden werden mußte, die sowohl der Vielfalt technologischer Prozesse einerseits als auch der sich ständig erweiternden Stofffülle elektronischer Wissensbereiche andererseits Rechnung tragen konnte. Somit ergaben sich strukturell Arbeitsgruppen, die in den Sachgebieten

- Bauelemente der Elektronik
- elektronische Schaltungstechnik
- Mikrorechentechnik
- Steuerungstechnik
- Sensorik/Aktorik
- Organisation/Planung

tätig wurden und die zugleich einigen Ausbildungsfachgruppen der Ingenieurausbildung an der ISE entsprachen. Die Arbeitsgruppe Organisation/Planung muß an dieser Stelle als besonders wichtige Struktureinheit genannt werden, da sie für die Tätigkeit der anderen Arbeitsgruppen erst Voraussetzungen schafft, die eine erfolgreiche Tätigkeit ermöglichen.

1.1. Aktionskette für die praktische Tätigkeit

Im allgemeinen kamen und kommen die Anwender der Mikroelektronik zu Beratungen mit dem Ziel, durch die BIS eine Entwicklungsarbeit verrichten zu lassen. Demzufolge mußte sich die BIS Halle auf dieses Erfordernis der Industrie einstellen, so daß sich die nachfolgend dargestellte Aktionskette für die praktische Tätigkeit ergab.

1.1.1. Beratung

Zusammenkunft des jeweiligen Anwenders der Mikroelektronik mit Mitarbeitern der BIS.

Ergebnis: - Auftragserteilung des Anwenders an die BIS

- Ausarbeitung einer Aufgabenstellung durch den Anwender

(Bereits in dieser Phase wurde die BIS schon sehr oft aktiv tätig!)

1.1.2. Aufbereitung der Aufgabenstellung durch die BIS

Lösungsgerechte Bearbeitung der betrieblichen Aufgabenstellung durch die BIS

Ergebnis: - Lösungsvarianten

- Schaffung von Kalkulationsunterlagen - Vorbereitung auf einen Vertragsabschluß
- Arbeitskräfte- und Materialbedarf
- Forderungen an den Anwender bezüglich seiner Mitarbeit - Wahrnehmung der Ausbildungsfunktion der BIS

1.1.3. Vertragsabschluß

Abschluß eines Vertrages über wissenschaftlich-technische Leistungen mit Aussagen über Vertragsgegenstand (Leistungsgegenstand), Form der Leistungsübergabe, Pflichtenheft, Qualität, Garantie, Rechtsmängelfreiheit, Mitwirkungspflichten des Auftraggebers, Vertragsänderungen, Terminstellungen, Leistungszeitpunkt und Leistungsabnahme, Preisvereinbarungen, Schutzrechte, Nutzungsrechte, Veröffentlichungen usw.



1.1.4. Realisierung des Vertrages

Bearbeitung des Vertragsgegenstandes mit folgenden Arbeitsabschnitten: Entwurf von Lösungsvarianten (Berührungspunkt zur lösungsgerechten Aufbereitung der betrieblichen Aufgabenstellung), Patentrecherche, ZNAM-Abfrage, Variantenauswahl, technische Berechnungen, ökonomische Berechnungen, technische Beschreibung, Anfertigen von Zeichnungen, Testbericht, ausstellungsgerechte Fotodokumentation, Abrechnung der Aufgaben, Einordnung in ZNAM, mögliche weitere Anwendungsfälle, Recherche zur Patentfähigkeit, Übergabe des Objektes.

1.1.5. Dokumentation

Mit der Übergabe des Objektes erfolgt zumeist auch die Übergabe der Dokumentation.

In verschiedenen Fällen wurde auch mit dem Anwender vereinbart, daß die Dokumentation später übergeben werden kann. Der Inhalt der Dokumentation umfaßt:

1. Aufgabenstellung
 - 1.1. Betriebliche Aufgabenstellung
 - 1.2. Lösungsgerechte Aufbereitung der Aufgabenstellung und Angabe der Schnittstellen
2. Technische Lösung der Aufgabenstellung

- 2.1. Beschreibung der technischen Lösung
- 2.2. Technische Berechnungen
- 2.3. Zeichnungen/Stücklisten
3. Einstell- und Prüfvorschriften
4. Testbericht

1.2. Informationstätigkeit

Wenn auf Angaben zur Informationstätigkeit der BIS Halle nicht eingegangen wird, so soll damit bereits dokumentiert werden, daß der Entwicklungstrend unserer Beratungsstelle zum Ingenieurbetrieb sehr zeitig einsetzte.

1.3. Tätigkeit in anderen Bezirken

Erschwerend für die Arbeit der BIS im Bezirk Halle stellte sich die territoriale Verzweigtheit der Kombinate und Betriebe über das gesamte Territorium der DDR heraus, die auch die Arbeit der BIS Halle in anderen Bezirken der DDR erforderten. So wurde die BIS Halle in folgenden anderen Bezirken der DDR tätig: Cottbus, Karl-Marx-Stadt, Leipzig, Magdeburg, Rostock, Gera, Suhl, Potsdam, Dresden und in der Hauptstadt der DDR Berlin.

Weitere Gedankengänge zur Arbeitsweise der BIS Halle werden im Abschnitt 3 - Erfahrungen - geäußert.

2. Einige Ergebnisse der Arbeit der BIS

2.1. Statistische Angaben

In der Zeit vom 2. 7. 1980 bis einschließlich 30. 3. 1985 wurden mit unseren Mikroelektronikanwendern die in der Tabelle 1 verzeichneten Verträge abgeschlossen.

Tabelle 1: Übersicht - Anzahl der Vertragsabschlüsse und Vertragserfüllungen

	Abgeschlossene Verträge	Realisierte Verträge
1980	5	5
1981	18	18
1982	11	11
1983	15	15
1984	19	19
1985 ¹⁾	9	2
	77	70

1) Weitere Vertragsabschlüsse sind in Vorbereitung

Tabelle 2: Zusammenstellung von Entwicklungsaufgaben, geordnet nach Aufgabenart und Industriezweigen

	Studien	Sensor-ent-wicklung.	Steu-erungen	Soft-ware-bear-beitg.	Mikro-rechner-Projekte	Entwick-lungen Ersatz-baugruppen	Summe
Maschinenbau	1	3	10	4	5	1	24
Elektrotechnik/ Elektronik	-	2	8	1	2	1	14
Chemische Industrie	-	-	3	5	-	-	8
Nahrungsmittel- industrie	-	-	6	-	1	1	8
Textilindustrie	1	1	-	-	-	4	6
Institute	-	-	1	4	-	-	5
Bauindustrie	-	-	4	-	-	-	4
Bergbau	-	-	1	1	-	1	3
Landwirtschaft	-	1	1	-	1	-	3
Handwerksbetriebe	-	2	-	-	-	-	2
Summe	2	9	34	15	9	8	77

Weitere Leistungen wurden und werden auf der Basis von Lieferverträgen erbracht, die in der Aufstellung nach Tabelle 1 nicht enthalten sind.

Von Interesse sind ebenfalls die vertraglich fixierten Leistungsgegenstände, die, wie Tabelle 2 zeigt, nach Industriezweigen geordnet in sechs Klassen eingeteilt wurden.

Werden die vorstehend genannten Verträge nach der Größe der Anwenderbetriebe geordnet, so ergeben sich die in Tabelle 3 verzeichneten Gruppierungen.

Tabelle 3: Zusammenstellung von Entwicklungsaufgaben in Abhängigkeit von der Größe der Betriebe

	Anzahl der Entwicklungsarbeiten
Kleine Betriebe (bis 300 Werkstätige)	17
Mittlere Betriebe (300 ... 1000 Werkstätige)	25
Große Betriebe (über 1000 Werkstätige)	35
<hr/> Summe	<hr/> 77
=====	=====

2.2. Beispiele für Entwicklungsthemen

Als Beispiele der in den Tabellen 1 ... 3 angegebenen Verträge sollen einige Themen mit einer jeweils zugehörigen kurzen Inhaltsangabe vorgestellt werden.

2.2.1. Elektronische Schaltungsanordnung zur Dosierung stückiger Güter

Die Steuerung eines Wägesystems für stückige Güter ist so vorzunehmen, daß unter Verwendung eines Doppel-Wägesystems nach erfolgter Vordosierung eine unmittelbare Information an die Nachdosierung in Form einer Stückzahlangebe gegeben werden kann und eine Unterschreitung der Minustoleranzgrenze ausgeschlossen wird.

Ferner soll die mittlere Stückmasse aus dem Prozeß gewonnen und immer aktuell zur Nachdosierung benutzt werden können. Das Wägesystem soll damit einen sich selbst korrigierenden Charakter annehmen.

2.2.2. Elektronische Schaltungsanordnung zur Massetoleranzprüfung und Dosierkorrektur bei pulverförmigen Medien

Die elektronische Schaltungsanordnung ist mit einem Wägesystem gekoppelt und zeichnet sich durch eine hohe Massetoleranz-Prüffrequenz aus, gewährleistet eine hundertprozentige Prüfung, ist unkompliziert im Aufbau, steuert den dynamischen Prüfvorgang, bewertet die Massetoleranzen der Prüfobjekte und ermöglicht eine elektronische Dosierkorrektur an Dosiermaschinen.

2.2.3. Steuerung zur Sortierung von legiertem Metallschrott - Anwendung des MR K 1510

Steuerung eines automatischen Metallklassifikators zur rationellen Aufbereitungsprozeßgestaltung für Eisen- und Nichteisenmetallschrotte.

Mit dem Metallklassifikator sollen die durch Funkenentladungs-Aufbereitungsanlagen, Abfunkgeräte usw. entstehende Störbeeinflussungen für elektronische Informationsverarbeitungssysteme eliminiert und eine Steigerung der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Senkung des Arbeitskräfteaufwandes und Erhöhung der Sortiergenauigkeit erreicht werden.

Der automatische Metallklassifikator besteht aus den Baugruppen Analysator (wird gebildet aus einem Abfunkgerät und einem flexiblen Störzeiterkenner), automatischer Klassifikator, Klassifikationsoperator und Anzeige.

Der Metallklassifikator kann in Metallaufbereitungsbetrieben sowie zum Zwecke von Rohstoff-Eingangsprüfungen in Gießereien, Stahlwerken und anderen Hüttenbetrieben eingesetzt werden.

2.2.4. Prüfoperator für digitale und analoge Baugruppen

Zur elektronischen Prüfung elektronischer Baugruppen wurde eine programmierbare elektronische Schaltungsanordnung geschaffen, die in der Lage ist, elektronische Funktionsprüfungen elektronischer Baugruppen zu realisieren. Bei in der jeweils zu prüfenden elektronischen Baugruppe auftretenden Fehlerfällen wird eine Fehleranalyse einschließlich einer Fehlerortsangabe ermöglicht.

Betriebsarten Automatik mit Sammelfehlerangaben und Schrittbetrieb bei Fehlerangaben je Schritt

sind vorgesehen.

2.2.5. Steuerung eines Heißgasschweißgerätes

Für ein Heißgasschweißgerät wurde eine elektronische Steuereinrichtung gebaut, die die Teilfunktionen Netz- und Sicherheitsschaltung, Heizleistungssteuerung im Bereich von 500 ... 2000 W, Lüftersteuerung, Fahrmotorsteuerung und eine notwendige Entstörung enthält.

2.2.6. Objekterkennung mittels optischen Sensors

Unter der Überschrift "Objekterkennung" verbirgt sich im vorliegenden Falle eine visuelle Inspektion realer Objekte.

Die visuelle Inspektion ist für die technische Erkennung realer Objekte unter Verwendung optisch-elektronischer Wandler als Sensorbaustein anwendbar, wobei der optisch-elektronische Wandler ein Bild vom Objekt erzeugt, während die Bildverarbeitung eine praktische technische Erkennungsaufgabe darstellt.



Zur Lösung einer industriellen Aufgabe wurden die Verarbeitungsschritte Wandlung, Vorverarbeitung - Gewinnung geeigneter strukturierter Signalmuster, Primärmerkmale, Sekundärmerkmale und Klassifikation - Verifikation zur praktischen Anwendung gebracht.

Unter Anwendung einer Kamera TFK 500 wird die Bildererkennung mit Bildzerlegung in Form einer seriellen Abtastung nach dem Fernsehprinzip betrieben. Die sich anschließende elektronische Schaltungsanordnung erlaubt eine Bildinformationsauswertung mit einer Digitalisierung der Bildinformation. Ferner enthält sie elektronische Schaltungen zur Gewinnung markanter Erkennungssignale, zur Objekterkennungssteuerung und zur Realisierung eines elektronischen Prüfobjekt-Verifikators.

In Ausübung der Funktion der elektronischen Schaltungsanordnung wird vom optischen Sensor ein Normobjekt aufgenommen und die Normobjektdaten in einen elektronischen Speicher eingelesen. Zur Prüfung von Objekten werden dann die Prüfobjektdaten mit den Normobjektdaten verglichen.

2.2.7. Technologenarbeitsplatz auf der Basis des MR-Systems K 1520

Grundlage für den Mikrorechner-Technologenarbeitsplatz bildet das Mikrorechnersystem K 1520 vom VEB Kombinat Robotron. Die peripheren Geräte des Technologenarbeitsplatzes wurden ebenfalls aus dem Produktionsprogramm des Kombinates Robotron ausgewählt. Der Mikrorechner-Technologenarbeitsplatz ist für den Einsatz in der NC-Technologie, in der technologischen Fertigungsvorbereitung sowie bei der Verdichtung und rationellen Verwaltung von technologischen Daten entwickelt worden.

Besonderes Augenmerk wurde auf eine unkomplizierte Bedienung dieses Arbeitsplatzes gelegt. Seine Arbeitsweise ist überwiegend dialogorientiert.

2.2.8. Mikrorechnereinsatz zur Automatisierung mittlerer Wasserwerke

Ausgehend von einer Einsatzstudie des VEB WAB Halle wurde ein Mikrorechnerprojekt erarbeitet und verwirklicht, das die Automatisierung eines mittleren Wasserwerkes zum Inhalt hatte. Zum Einsatz gelangte ein Mikrorechner MC 80.21 vom VEB Elektronik Gera..

Für den Einsatz des MC 80 in Prozeßsteuerungen stehen fünf freie Steckeinheitenplätze für zusätzliche Anschlußsteuerungen bzw. Speicher zur Verfügung.

Dadurch wurde der Einsatz eines A/D-Wandlers mit vorgeschaltetem Multiplexer für die Meßwertfassung der analogen Meßgrößen und einer Anschlußsteuerung für die Stellgliederansteuerung (Ausgabeanschlußsteuerung) möglich. Es wurde ein Programm entwickelt, das die Steuerung und Optimierung des technologischen Prozesses eines mittleren Wasserwerkes, unter Berücksichtigung der Bedingungen des Betriebssystems des MC 80, gewährleistet.

2.2.9. Entwicklung eines Akustosensors

Die Schaltungsanordnung betrifft einen Akustosensor zur Feststellung analog diskret wählbarer erreichter Behälterfüllstände für flüssige als auch quasiflüssige körnige bis staubartige Medien /2/. Er zeichnet sich durch einen geringen Hilfsenergieaufwand, hohe Wartungsfreiheit und Nutzungsdauer sowie hygienisch unbedenkliche Funktionsweise und Gewährleistung brandschutztechnischer Ansprüche aus. Aus seinen Ausgangssignalen können Rückschlüsse auf Füllniveauunterschiede im Behälter gezogen werden. Er ist durch umgebenden Maschinen- oder sonstigen Arbeitslärm und Körperschall nicht beeinflusbar.

Diese Auswahl von Aufgaben soll zugleich einen Eindruck über den Umfang der einzelnen vertraglich abgeschlossenen Themen geben. Alle von der BIS Halle bearbeiteten Themen sind im "Zentralen Nachweisspeicher Angewandte Mikroelektronik" (ZNAM) enthalten.

2.3. Nachnutzungen und Entwicklungen für Kleinserienproduktion

Zu unterscheiden sind selbstverständlich Aufgaben, die eine einmalige Verwendung bzw. mehrmalige Verwendung erfahren. Zur Darstellung dieses Sachverhaltes soll Tabelle 4 Auskunft über die Anzahl der Nachnutzungen bereits erbrachter Lösungen geben.

Tabelle 4: Anzahl der Nachnutzungen bereits bearbeiteter Aufgaben - aufgeteilt nach Industriezweigen

	Software	Steuerungen	Summe
Bauindustrie	1	2	3
Elektrotechnik/ Elektronik	1	1	2
Chemische Industrie	1	-	1
Maschinenbau	1	-	1
Institute	-	2	2
Summe	4	5	9
=====			

Als Nachnutzungsbeispiele werden angegeben:

- "Objekterkennung mittels optischen Sensors"
(Kurzfassung siehe oben)
- "Differentialkomparatorschaltung"
Die elektronische Schaltungsanordnung dient zur Temperaturregelung in Geräten und abgeschlossenen Räumen. Sie soll herkömmliche elektromechanisch wirkende Temperaturregler ablösen, sich durch einen niedrigen energetischen und materialmäßigen Aufwand auszeichnen und zwei getrennt einstellbare temperaturabhängige Schaltpunkte realisieren.
- "Betriebssystem für den Mikrorechner K 1520 - ISE-Betriebssystem"

Da zwischen einer Nachnutzung schlechthin und einer Entwicklung für eine serienmäßige Produktion zu unterscheiden ist, zeigt Tabelle 5 eine Übersicht von Entwicklungen, die für eine serienmäßige Produktion vorgesehen sind.

Tabelle 5: Für serienmäßige Produktion vorgesehene Entwicklungen (Kleinserien)

	Sensor- entwick- lungen	Steu- run- gen	Mikrorechner- Projekte	Entwicklung von Ersatz-Bau- gruppen	Summe
Maschinenbau	1	4	-	-	5
Elektrotechnik/ Elektronik	1	1	1	-	3
Nahrungsmittel- industrie	-	1	-	-	1
Textilindustrie	-	-	-	1	1
Institute	-	-	1	-	1
Bauindustrie	-	2	-	-	2
Bergbau	-	1	-	-	1
Landwirtschaft	1	-	-	-	1
Summe	3	9	2	1	15

Einige Beispiele von Entwicklungsaufgaben, die in eine serienmäßige Produktion einmünden, sind nachstehend verzeichnet.

2.3.1. Getasteter impulsgesteuerter elektronischer Regler

Es wurde ein getasteter tendenzvariabler impulsgesteuerter elektronischer Regler zur Steuerung von Motorventilen mit Elektromotor, zur Steuerung von elektronischen Ventilen, zur Drehzahlsteuerung von Otto-Motoren in Straßenreinigungsfahrzeugen, zur Drehrichtungssteuerung von Elektromotoren und damit zur Lagesteuerung in allen Industriebereichen entwickelt. Der Regler besitzt quasiintegrales Verhalten im Sinne einer Tendenzvariabilität, indem er durch je nach Regelabweichung positive oder negative in ihrer zeitlichen Länge einstellbare elektrische Steuergrößen so oft bereitstellt, bis die Regelgröße wieder im auch einstellbaren Nennbereich liegt.

Der elektronische Regler besteht aus den Funktionsgruppen Taktzeitgeber, elektronischer Regler, elektronischer Tendenzauswerter und elektronischer Steuergrößensteller mit zwei Steuergrößensteller-Variablen. Er funktioniert im Zusammenwirken mit von einem technologischen Prozeß gewonnenen Impulsfolgen, die für den jeweiligen Prozeß charakteristisch sind.

2.3.2. Speicherprogrammierbare Steuerung für ein Längsräumgerät

Längsräumgeräte werden zur Beräumung von Klärbecken eingesetzt. Zur Automatisierung des Räumprozesses wurde eine elektronische programmierbare Steuerung entwickelt, die aus den Baugruppen Programmsteuerung "Ort", Programmsteuerung "Zeit", einer Start-/Stop-Steuerung, einer Ortserkennung, einer Ausgabelogik und einer Anzeige besteht. Die Steuerung kann in den Betriebsarten Automatik und Handbetrieben werden.

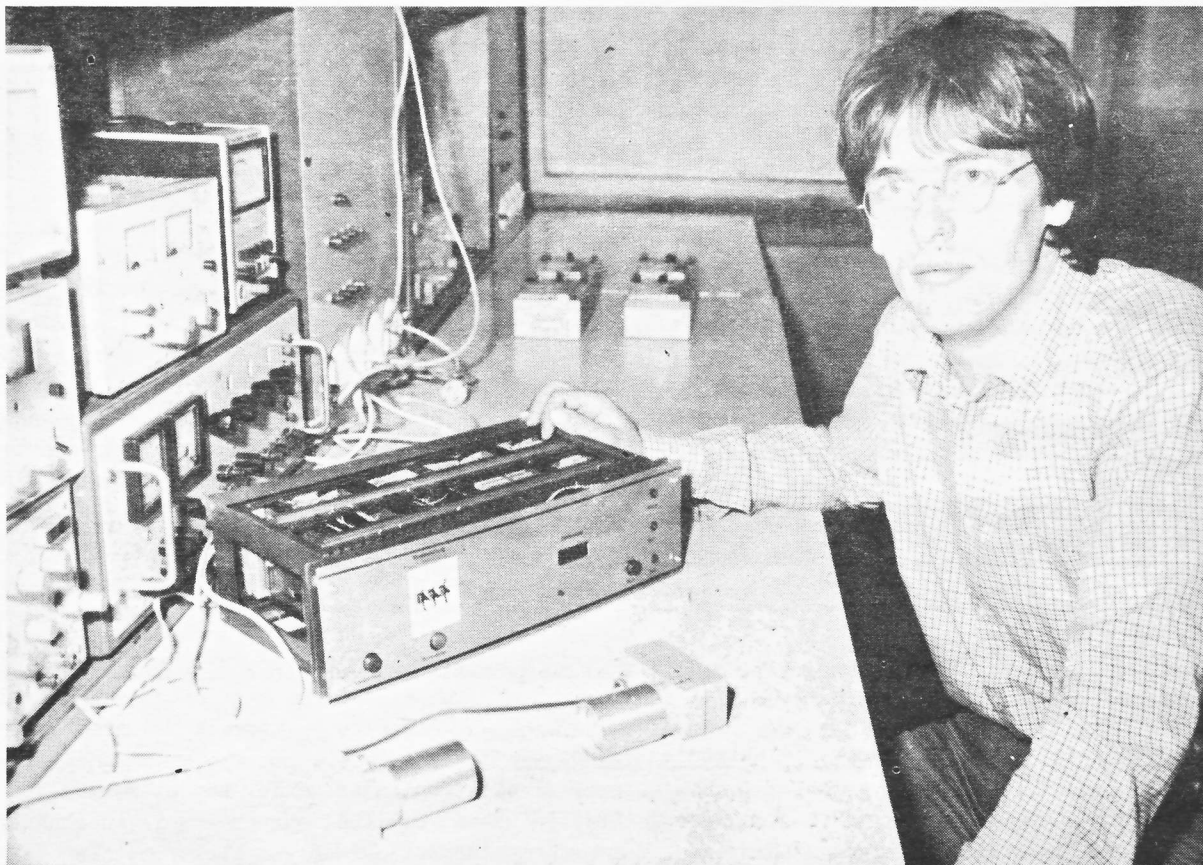
2.3.3. Entwicklung eines Sensors und einer Regeleinrichtung an Walzenstühlen für Getreidemöhlen

Entwicklung eines Sensors, der zur Füllstandskontrolle für zugeführtes Mahlgut zwischen analog diskret voreinstellbaren Füllniveaus im Walzenstuhl-Zulaufrohr von Getreidemöhlen dient.

Damit zugleich wurden der Entwurf, der Bau und die Anpassung einer Regeleinrichtung, die auf der Grundlage vom Sensor bereitgestellter Signale einen Walzenstuhl je nach Menge zugeführten Mahlguts automatisch steuert, vollzogen. Das System Sensor-Regler ist für alle Getreidearten und deren Mahlgutfunktionen einsetzbar.

2.3.4. EPROM-Steuerwerk zur Steuerung industrieller Prozesse

Das EPROM-Steuerwerk ist in der Lage, eine Menge von Signalen aus dem zu steuernden Prozeß in Programmschritten zu verarbeiten und mit jeweilig zugehörigen Ausgangssignalen auf den zu steuernden Prozeß zu wirken /3/.



2.4. Öffentlichkeitsarbeit

Die Tätigkeit der BIS Halle orientierte sich im Verlaufe dieser Entwicklung auch auf die notwendige Öffentlichkeitsarbeit; es wurden Beiträge für Fachzeitschriften angefertigt, Vorträge gehalten und an Lehrgängen zur Weiterbildung von Fachkademern mitgewirkt.

Tabelle 6 zeigt die Entwicklung der Veröffentlichungen einschließlich der bearbeiteten Patentschriften in den Jahren 1980 bis 1984.

Tabelle 6: Entwicklung der Öffentlichkeitsarbeit in den Jahren 1980 bis 1984

	1980	1981	1982	1983	1984
Veröffentlichungen einsch. Patentschriften	-	2	7	7	8
=====					

2.5. Weiterentwicklung

Mit den o. a. und weiteren Ergebnissen hat sich die BIS Halle eine gute Ausgangsposition geschaffen, um den Anforderungen der territorialen Rationalisierung durch den verstärkten Einsatz der Mikroelektronik auch im Zeitraum 1986 bis 1990 zu entsprechen. Besonders wertvoll war und ist die Zusammenarbeit mit Lehrern und Studierenden der ISE, sie haben aktiven Anteil an den Ergebnissen der BIS Halle.

3. Erfahrungen aus der Beratungs- und Informationstätigkeit der BIS Halle

Die gesammelten Erfahrungen lassen folgende Rückschlüsse zu:

- die Bildung der Beratungs- und Informationsstelle hat sich als richtig erwiesen
- die Anwender der Mikroelektronik kommen zumeist mit dem Ziel, eine Entwicklungsleistung durch die BIS realisieren zu lassen
- Anwenderberatungen haben einen Qualitätswandel erfahren. Die Aufgabenstellungen lassen erkennen, daß sich die Anwender mit den möglichen Einsatzfällen der Mikroelektronik vertraut gemacht haben und nach neuen Einsatzfällen suchen. Es hat sich eine progressive Denk- und Handlungsweise durchgesetzt
- bei der Formulierung von Aufgabenstellungen treten Schwierigkeiten auf. Wer seine Aufgabe nicht formulieren kann, weiß in der Endkonsequenz nicht was er will
- größere Betriebe sind "elektronisch eigenständig" geworden, daher muß die BIS vorwiegend für mittlere und kleinere Betriebe wirksam werden
- Hoch- und Fachschulkader sind stärker in ihrem Fachgebiet auszulasten und zu fordern
- objektbezogene Weiterbildung von Ingenieuren und Diplom-Ingenieuren ist stärker in den Vordergrund zu rücken
- Produktivität ist bei relativ kleinen Arbeitsgruppen am höchsten (Entwicklungsarbeitsgruppen einschl. Studenten)
- der Anteil zielgerichteter produktiver Tätigkeit an Hoch- und Fachschulen muß noch weiter gesteigert werden
- bei der Anwendung von Entwicklungen der BIS in Klein- und Mittelbetrieben sind auch Service-Leistungen vor Ort notwendig und müßten bei der Planung berücksichtigt werden
- Ausbildung von Elektronikern - beste Investition
 - . keine Lehrgänge, sondern zielgerichtetes Zusatzstudium z. B. für Elektrotechniker
 - . Weiterbildung ist dringend mit Aktivitäten der Weiterbildungsteilnehmer zu verbinden (keine passive Lehrgangsteilnahme)
- Einsatz industriell gefertigter Steuerungen systematisch fortsetzen
- Einweisung der Anwender, wenn keine aktive Zusammenarbeit in der Entwicklungsphase möglich ist, damit Geräte bald produktionswirksam werden.

Die wichtigsten Erfahrungen wurden genannt. Die besten Erfolge stellen sich in unserer Arbeit immer dann ein, wenn die Zusammenarbeit mit dem Anwender auf der Basis kameradschaftlicher sozialistischer Zusammenarbeit beruht.

Erfolge sind immer gemeinsame Erfolge, die sich Auftraggeber und Auftragnehmer teilen. In diesem Sinne sehen die Mitarbeiter der BIS Halle ihre künftige Tätigkeit zum Wohle unserer sozialistischen Gesellschaftsordnung.

Die Bilder zeigen Studenten der ISE und Mitarbeiter der BIS bei der Entwicklung industrieller Steuerungen.

Literatur

- /1/ Kempf, H.; Robbe, J.; Ruffelt, G.: Aus der Tätigkeit der Beratungs- und Informationsstelle Mikroelektronik des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin im Bezirk Halle Applikative Information, Berlin 2 (1981) 1, S. 52-55
- /2/ Chmura, A.; Kempf, H.: Beitrag zur Sensortechnik am Beispiel eines elektronischen Akustosensors. Applikative Information, Berlin (in Vorbereitung)
- /3/ Chmura, A.; Kempf, H.: EPROM-Steuerwerke zur Steuerung industrieller Prozesse. Applikative Information, Berlin (in Vorbereitung)

kurz berichtet kurz berichtet

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Gesellensetter

VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Schaltungsanordnung zur Signalisierung von Feuchtigkeit

Die Schaltungsanordnung dient zur Signalisierung von Feuchtigkeit und ist insbesondere zur Behandlung von Enuretikern (Bettnässer) vorgesehen. /1/

Im Patent werden die bekannten technischen Lösungen charakterisiert und an Hand des dargestellten Ausführungsbeispiels in Bild 1 die Funktionsweise erläutert.

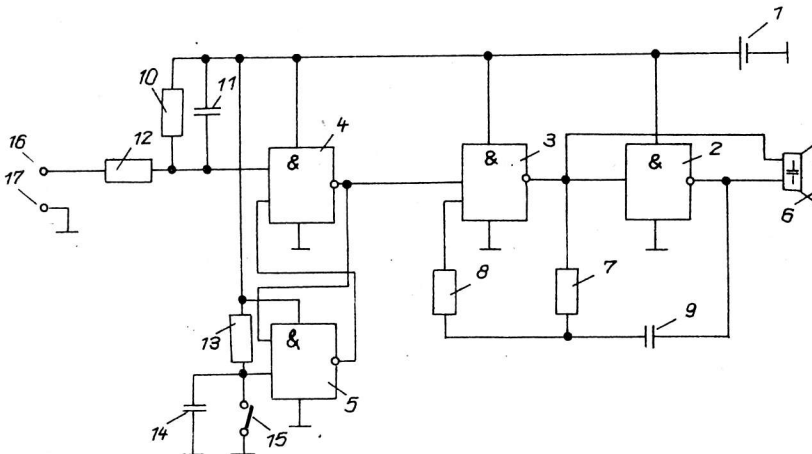


Bild 1: Schaltungsanordnung

Die verwendeten Gatter sind in einem CMOS-Schaltkreis enthalten, so daß sich ein Ein-/Aus-Schalter erübrigt und sich eine ständige Funktionsbereitschaft bei hoher Zuverlässigkeit ergibt. Die Aufgabe wird gelöst, indem das von einem Feuchtigkeitsindikator erzeugte Signal über eine RC-Kombination an den Eingang einer aus zwei Gattern (4), (5) bestehende bistabile Kippstufe gelegt wird. Das Signal kippt die bistabile Kippstufe und der nachgeschaltete astabile Generator, aus (3), (2) bestehend, gibt über den piezoelektrischen Summer (6) den Weckton ab. Die Abschaltung des Tones kann nur über den Reedkontakt (15) durch Aktivierung mittels Magneten von außen erfolgen, der die bistabile Kippstufe in die Ausgangslage zurücksetzt. Wenn der Magnet getrennt vom Patienten, z. B. im Toilettenraum, aufbewahrt wird, kann die Warnschaltung nicht im Halbschlaf oder aus Bequemlichkeit, sondern nur nach dem Aufsuchen der Toilette abgeschaltet werden, wo auch der Indikator gewechselt wird. Der Feuchtigkeitsindikator, der nicht näher beschrieben wird, erzeugt schon bei einer geringen Menge Urin das Low-Signal zum Umschalten der Kippstufe.

Die Warntonfrequenz liegt zwischen 2 ... 5 kHz.

Literatur:

- /1/ WP 213 594 DD. Schaltungsanordnung zur Signalisierung von Feuchtigkeit, Anmelder: VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin

Dipl.-Ing. Gisbert Krusche
Dipl.-Ing. Heidemarie Ludwig

VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Multimeter G-1004.500

Beginnend mit dem Jahr 1975 erschienen erstmals auf dem internationalen Markt sogenannte Taschen-Multimeter. Der Grundgedanke, die Ablösung des bekannten analogen Vielfachmessers durch ein digital anzeigendes Gerät lag nahe, da die Integration von Schaltkreisen bereits so weit fortgeschritten war, einen derartigen Analog-Digital-Wandler mit Anzeigesteuerung und Referenzspannungsquelle in einem Schaltkreis bei kleinstem Leistungsverbrauch zu realisieren. Vorteilhaft ist bei dieser Technik, daß die Gebrauchswerteigenschaften der digitalen Multimeter gegenüber den analogen Vielfachmessern (Multizet) beträchtlich gesteigert werden konnten:

- Erhöhung der Genauigkeit von 1,5 ... 2,5 % auf 0,1 ... 0,5 %
- Eindeutigkeit der Meßwertanzeige, Fehlablesungen (bedingt durch Mehrbereichsskalen bei Zeigergeräten) sind ausgeschlossen.
- Erhöhung der Auflösung: 1 aus 2000 bei einem 3 1/2stelligen Taschenmultimeter gegenüber 1 aus 200 bei analogen Vielfachmesser.
- Erhöhung der Robustheit durch Wegfall des mechanisch empfindlichen Zeigerwerkes.
- Erhöhung der Überlastfähigkeit bei Fehlbedienung.
- Erweiterung der Meßbereiche sowie Möglichkeiten von zusätzlichen Betriebsarten.

Ausgerüstet mit diesen Vorteilen haben die digitalen Multimeter einen starken Anklang gefunden und werden hauptsächlich in folgenden Gebieten eingesetzt:

- Hobby-Elektroniker, Amateurfunker, Heimwerker, Bastler
- Schulen, Lehre und Ausbildung
- Arbeitsgemeinschaften (Pioniere, GST)
- Servicetechnik für die Bereiche
 - . Computer-Technik
 - . Büromaschinen
 - . Nachrichten- u. Datenübermittlungstechnik
 - . Radio, Fernsehen
 - . Haushaltselektrik
 - . Kfz-Technik
 - . Uhrenindustrie
- Entwicklung und Forschung
- Industrie/Produktion

Das vom VEB Mikroelektronik "Karl Marx" Erfurt (MME) entwickelte Multimeter G-1004.500 ist ein derartiges modernes, batteriebetriebenes digitales Vielfachmeßgerät, welches zur Messung von

- Gleichspannung)
- Wechselspannung) 100 μ V ... 1000 V
- Gleichstrom)
- Wechselstrom) 100 nA ... 10 A
- Widerstand) 100 mOhm ... 20 MOhm

vorgesehen ist.

Das neue Erzeugnis des VEB MME stellt die logische Weiterentwicklung der jahrzehntelangen Erfahrungen bei der Entwicklung und Produktion digitaler Meßgeräte dar. Dieses, dem heutigen Stand der Technik entsprechende tragbare Multimeter, vereint in sich Handlichkeit und perfekte Vielfältigkeit. Es bietet eine Kombination von Eigenschaften, welche die Anwendung weit über die analogen Vielfachmeßgeräte (Zeigerinstrumente) hinaus ermöglicht.

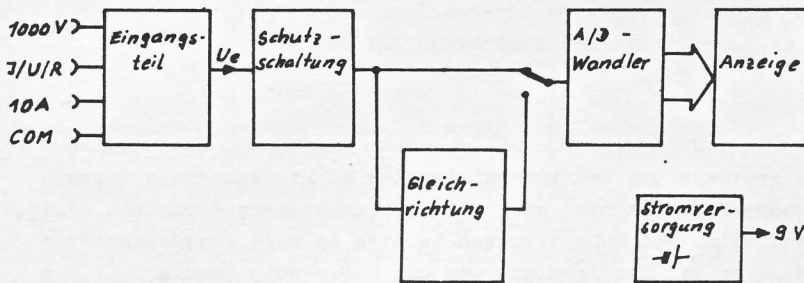


Bild 1: Übersichtsschaltplan Multimeter

Das 3 $\frac{1}{2}$ stellige Multimeter G-1004.500 kommt überall dort zum Einsatz, wo bedingt durch die meßtechnischen Aufgaben auf hohe Genauigkeit und höheres Auflösungsvermögen nicht verzichtet werden kann.

Durch die einfache Handhabung, das Ausschalten von Ablesefehlern und die vielfältigen Betriebsarten wird das neue Multimeter in allen Anwendungsbereichen geradezu unentbehrlich.

Die moderne 9 mm hohe LCD-Anzeige erlaubt ein gutes Ablesen des Meßergebnisses mit automatischer Angabe von Polarität, Dezimalpunkt und Überlauf (Meßbereichsüberschreitung).

Das Gerät arbeitet ohne Netzanschluß und wird ausschließlich mit handelsüblichen R6-Batterien betrieben. Ein Batteriesatz gewährleistet eine Betriebszeit von

Bild 2: Multimeter G-1004.500 (Werkfoto)

≥ 250 Stunden. Damit ist ein mehrmonatiger Betrieb möglich, wenn das Gerät nur unmittelbar zu den Messungen eingeschaltet wird. In der LCD-Anzeige wird angezeigt, wenn die Batterien entladen sind und ausgewechselt werden müssen.

Weitere bemerkenswerte Eigenschaften sind:

- 28 Meßbereiche
- Überlastschutz in allen Bereichen, ausgenommen bei 10 A
- Auflösung 1:1999
- 1-Hand-Bedienung mit Schiebetastenschalter
- Zusatzfunktion: akustischer Durchgangsprüfer in allen R-Bereichen (abschaltbar)
- sofortige Betriebsbereitschaft
- automatische Nullpunktkorrektur
- Batteriebetrieb 9 V (6 x R6 Batterien)
- Eingangswiderstand 10 M Ω (bei DC- und AC-Spannungsmessung)
- DC-Grundgenauigkeit 0,25 %
- Aufstellbügel
- Zubehör
 - 2 Meßkabel
 - 2 Prüfspitzen
 - Gerätebeschreibung
- Abmessungen ca. 205 x 95 x 45 mm

Dipl.-Ing. Reiner Doß

VEB Mikroelektronik "Karl Liebknecht" Stahnsdorf
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Ing. Uwe Hirschnitz

VEB Technische Gebäudeausrüstung Potsdam, Betriebsteil Elektroanlagen Ludwigsfelde

Elektronische Regelung für Warmwasseraufbereitung

1. Zielstellung

Warmwasseraufbereitungsanlagen (WWB) werden in zunehmendem Maße mit Regeleinrichtungen ausgerüstet, die den Stand der Elektronik kennzeichnen. Mit der Realisierung der Regel- und Steuerelektronik auf Halbleiterbasis wird eine neue Qualität der elektronischen Ausrüstung erreicht. Insbesondere können mit dem Einbau von Logikschaltungen Verknüpfungen realisiert werden, die zusätzliche Sicherungsmaßnahmen für die WWB darstellen und allgemein gekennzeichnet sind durch:

- Sicherung bei Leiterbruch, Montagefehler und oder Kurzschluß der Temperaturfühler
- Sicherung bei Störungen im Leistungsteil der Regelelektronik
- Sicherung bei auftretenden Übertemperaturen.

Die Temperatur kann nach ökonomischen Gesichtspunkten vom Verbraucher eingestellt werden.

Zur Temperaturanzeige sind optoelektronische Bauelemente vorteilhaft einsetzbar.

2. Regeleinrichtung

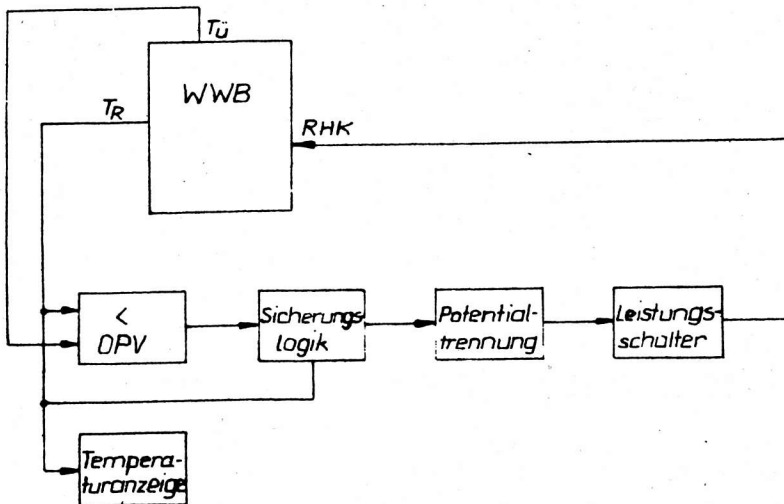


Bild 1: Prinzipdarstellung der Regelung für WWB (OPV - Operationsverstärker B 082 D, T_R - Regeltemperaturfühler, T_U - Übertemperaturfühler, RHK - Rundrohrheizkörper)

Die Prinzipschaltung der elektronischen Regelung für WWB zeigt Bild 1. Der majorisierte Einsatzbereich von Warmwasseraufbereitungsanlagen ist mit einem Energiebedarf von ca. 2 kW gekennzeichnet. Für diesen Fall bieten sich DDR-Leistungstransistoren für den Aufbau des Lastteiles an. Da im Ausgang ohmsche Lasten, gegeben durch den Lastwiderstand von ca. 20 Ohm, geschaltet werden, können technisch und ökonomisch günstige Schaltungen aufgebaut werden. Wesentlich dabei ist eine harte Ansteuerung des Leistungstransistors, die durch den optoelektronischen Koppler MB 111 ermöglicht wird (siehe Bild 2).

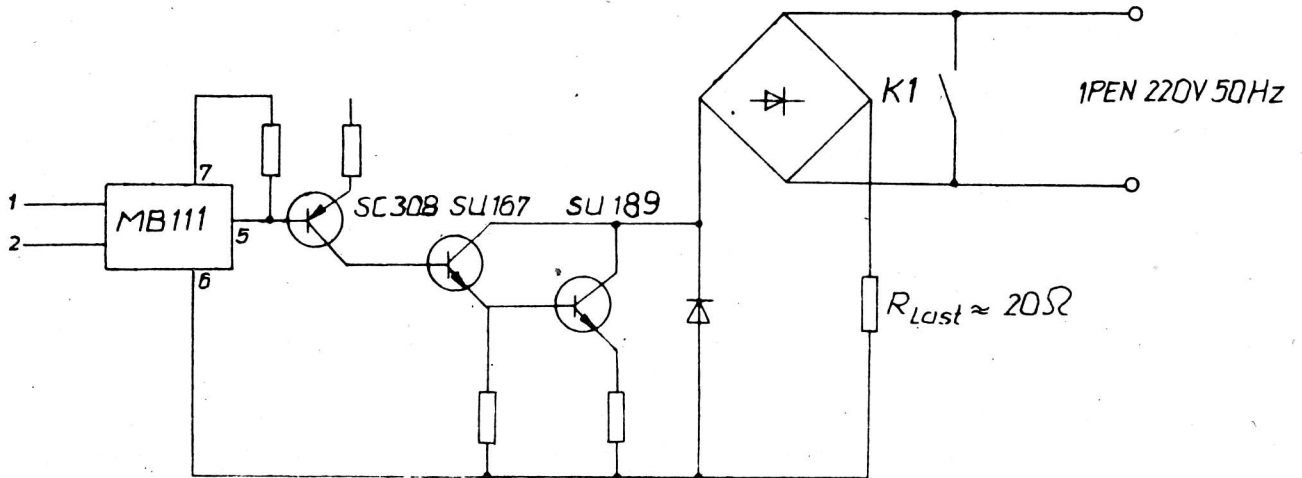


Bild 2: Prinzipschaltung Ansteuer- und Lastschaltung des Leistungskreises (K1-Kurzschlußkontakt, wird über Sicherungslogik betätigt)

Mit dem MB 111 wird die erforderliche Potentialtrennung zwischen dem Lastteil und dem Meßteil durchgeführt. Der MB 111 wird durch TTL-Signale der Sicherungslogik angesteuert und die Sicherungslogik u. a. durch die analogen Signale des Eingangsdoppeloperationsverstärkers. Die Temperaturspannungswandler, in spezielle Fühlertaschen eingebettete Kleinleistungsdioden, sind entsprechend Bild 3 direkt an den OPV angeschaltet.

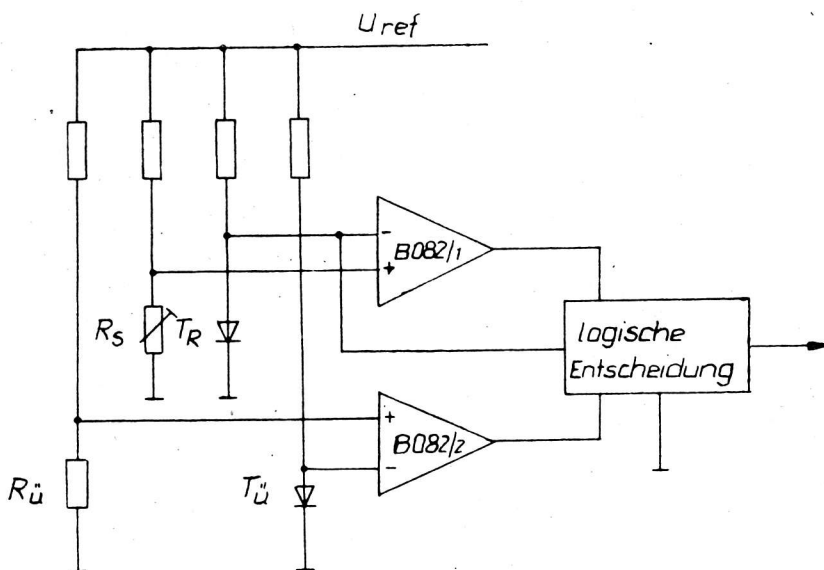


Bild 3: Prinzipdarstellung Temperaturspannungswandler mit Ansteuerverstärker

Der kurzschlußfeste BIFET-OPV mit SFET-Eingangsstufe eignet sich besonders gut für pn-Temperaturspannungswandler. Durch interne Frequenzkompensation ergibt sich ein einfacher Schaltungsaufbau. Die Solltemperatur wird durch den Regler R_s eingestellt. R_s ist so dimensioniert, daß im Vergleich zu R_0 $T_0 > T_R$ eingehalten wird. Die Stabilität der Referenzspannung beträgt für den Anwendungsfall $< 0,2 \%$.

Wir möchten unsere Leser auf folgende Standards für elektronische Bauelemente aufmerksam machen:

TGL/Ausgabe:	Titel:	Verbindlichkeit:
39123 8.84	Halbleiterbauelemente; Silizium-Niederfrequenz-Leistungs- transistoren npn-SD 335, SD 337, SD 339, pnp-SD 336, SD 338, SD 340; Technische Bedingungen	1. 7.85
31462 1. And. 12.78	Integrierte Halbleiterschalt- kreise; Bipolare Treiberschaltkreise D 491 D und D 492 D; Technische Bedingungen	1.10.85
42622 6.84	-; Bipolare Interface-Schaltkreise DS 8216 D, DS 8286 D und DS 8287 D; Technische Bedingungen	1. 7.85
29950/06 10.84	Integrierte Filmschaltkreise; Typgruppe Widerstandsnetzwerke in Dünnschichttechnik, Allgemeine technische Bedingungen	1. 7.85
55104 4.84	Halbleiterbauelemente; Infrarotemitterdiode VQ 170; Technische Bedingungen	1. 5.85
55105 4.84	-; Si-pin-Fotodiode SP 107; Technische Bedingungen	1. 5.85
55108 7.84	-; Ladungsgekoppelte Sensorzeile L 133 C; Technische Bedingungen	1. 7.85
39797 7.84	Flüssigkristallbauelemente; Flüssigkristallanzeigen FAR 09 A, FAT 09 A, FAS 09 A; Technische Bedingungen	1. 7.85
39798 4.84	-; Flüssigkristallanzeigen FAR 13A FAT 13A, FAS 13A, FAR 19A, FAT 19A, FAS 19 A; Technische Bedingungen	1. 4.85
14281/01 7.84	Thermistoren; Heißleiter; Allgemeine technische Bedingungen	1. 7.85
14281/04 7.84	-; -; Heißleiter für Meßzwecke, Technische Bedingungen	1. 7.85
36918 7.84	Metalloxid-Varistoren; Allgemeine technische Bedingungen	1.7.85
24165/14 4.84	Elektronenröhren; Photovervielfacher M 4 FC 520; Technische Bedingungen	1. 4.85
32251 7.84	-; ENDIKON Typgruppe F 2,5 M 5; Technische Bedingungen	1. 5.85
68-109 1. And. 5.82	Keramik-Hochfrequenz-Leistungskonden- satoren; Plattenkondensatoren; Technische Bedingungen	1. 7.85
68-110 1. And. 5.82	-; Rohrkondensatoren; Technische Bedingungen	1. 7.85
68-111 1. And. 5.82	-; Topfkondensatoren; Technische Bedingungen	1. 7.85

TGL/Ausgabe:	Titel:	Verbindlichkeit:
68-112 1. And. 5.82	-; Durchführungskondensatoren; Technische Bedingungen	1, 7.85
42718/01 6.84	Folienflachtastaturen; Konstruktionsforderungen	1. 9.85
42718/02 6.84	-; Allgemeine technische Bedingungen	1. 9.85
36522/01 5.84	Mechanische Frequenzfilter; Bestimmung der allgemeinen elektrischen Kenngrößen	1. 6.85
36522/02 5.84	-; Bestimmung der Dämpfungskenngrößen	1. 6.85
36522/03 5.84	-; Bestimmung der Zeitkenngrößen	1. 6.85
36522/04 5.84	-; Bestimmung der Mikrofonie-Spannung	1. 6.85
36522/05 5.84	-; Nachweis der Prüfzuverlässigkeit	1. 6.85
38526 5.84	-; Elektromechanische Frequenzfilter Zwischenfrequenzfilter Variante 7; Technische Bedingungen	1. 6.85
38527 5.84	-; Elektromechanische Frequenzfilter Einseitenbandfilter Variante 7; Technische Bedingungen	1. 6.85
34235 6.84	Inkrementaler Geber rotatorisch	1.5.85

Jahresinhaltsverzeichnis 1985

des Informationsmittels "elektronik/bauelemente"

"Applikative Information"

6. Jahrgang

elektronik

Aussteuerungsanzeige für Kassettentonbandgeräte mit Lichtemitterdioden-Kette / Burkhardt, Wilfried	1/ 2
Programmierbare Kleinststeuerung -PKS 100- / Reimann, Frank	1/ 6
Einsatz einer ZRE K 2521 im K 1520 / Will, Karl	1/13
Auswerteschaltung für den Inkrementalen Geber IG 4 / Krapp, Michael; Deutschmann, Günter	2/ 2
Systematischer Entwurf digitaler Automaten am Beispiel der Zählimpulserzeugung aus inkrementalen Weg- oder Winkelgebersignalen / Krapp, Michael; Grützmacher, Dieter	2/ 8
Universell einsetzbare Steuerungen und Gerätesysteme (1. Fortsetzung) / Kupper, Wolfgang; Raschik, Marie-Luise	2/15
Mikroprozessorschaltuhr / Gesellensetter, Karl-Heinz; Berger, Minona; Hohlfeld, Norbert	3/ 2
Programmierbare Tastatur-/Anzeige-Baugruppe für PKS 100 / Salomon, Peter	3/ 9

bauelemente

Die alphanumerische Lichtemitteranzeigeeinheit VQC 10 - Funktionsweise und Ansteuertechnik / Regel, Wilfried	2/30
Statische Schreib-/Lese-Speicher mit wahlfreiem Zugriff - (SRAM) U 214 D und U 224 D / Knohf, Udo; Bürger, Bernd	2/37
Modellierung der Transistoren SU 160, SU 161 und SU 165 / Lehnert, Klaus	3/11
Farbbildröhren aus dem Werk für Fernsehelektronik Berlin / Drewitz, Bernhard	3/18

applikation

Applikationshinweise für den Einsatz der Fernbedienschaltschaltkreise U 806 D und U 807 D / Graßhoff, Peter	1/18
Anwendungsbeispiele mit dem Schaltkreis U 125 D / Klein, Richard	1/24
Einsatzmöglichkeiten der IS A 290 D in Baugruppen zum Autoverkehrsfunk / Hunger, Harald; Grahle, Lothar	1/36
Eine 15-Kanal-Digitalfilterbank (6. Ordnung) mit K 1520-Interface Röhn, Rolf	1/41
Frequenz-Spannungswandler für den NF-Bereich / Fritzsche, Klaus	2/56
Rauschverminderungssystem mit B 4761 / Burkhardt, Wilfried	2/61
Anwendungsmöglichkeiten der CMOS-Schaltkreise V 4001 D, V 4011 D, V 4012 D, V 4023 D und V 4030 D / Reichel, Gerhard	3/29
Anwendungsmöglichkeiten der CMOS-Schaltkreise V 4013 D, V 4015 D, V 4027 D, V 4028 D, V 4035 D und V 4042 D / Reichel, Gerhard	3/35

bei freunden gelesen

Integrierter "Sample-and-Hold"-Schaltkreis KR 1100 SK 2 aus der UdSSR 3/46

beratungs- und informationsstellen mikroelektronik

Ergebnisse der Beratungs- und Informationsstellen Mikroelektronik und ihre Stellung im Territorium. Anforderungen an Betriebe zur Anwendung der Mikroelektronik / Heise, Heinrich 1/51

Aus der Tätigkeit des Bezirkszentrum Mikroelektronik des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin im Bezirk Karl-Marx-Stadt / Schmidt, Werner 1/58

kurz berichtet

Katalog "Verfügbare Handhabetechnik in der DDR" 1/60

Lerncomputer LC 80 1/62

Standards für elektronische Bauelemente 1/63

Erwachsenenqualifizierung Mikroelektronik des VEB Applikationszentrum Elektronik Berlin / Bärwinkel, Hans-Joachim 3/57

Informationen über neue und weiterentwickelte Erzeugnisse aus dem VEB Uhrenwerke Ruhla 3/62

Referate über Patente 3/ 8, 10, 68

Standards für elektronische Bauelemente 3/70

Zur Beachtung:

Der Jahrgang 1985 enthält 3 Hefte.



vob applikationszentrum elektronik berlin
im vob kombinat mikroelektronik

DDR-1035 Berlin, Mainzer Straße 25
Telefon: 5 80 05 21, Telex: 011 2981, 011 3055
