

TEKADE



TECHNISCHE MITTEILUNGEN

1980



BSA 33 — Eine mikroprozessorgesteuerte Fahrzeuganlage für das Funkfernsprechnet B2 der Deutschen Bundespost

1 Einführung

In den Jahren 1976 bis 1979 sind die Teilnehmer- und Gesprächszahlen im automatisierten Funkfernsprechdienst der Deutschen Bundespost (DBP), Netz B, unerwartet stark gestiegen. Ende 1977 wurde deutlich, daß spätestens im Jahre 1979 das Netz zumindest teilweise überlastet ist. Diese Entwicklung hat sich bestätigt, und um die Qualität des Dienstes zu sichern, stoppte die DBP im Juni 1979 den Zugang neuer Teilnehmer. Ein seit Jahren geplantes Netz C hoher Kapazität mit hohem Komfort im UHF-Bereich war kurzfristig nicht zu realisieren. Die DBP beschloß deshalb, das Netz B zu erweitern durch

- Hinzufügen von weiteren 37 Sprechkanälen aus dem Band des ehemaligen handvermittelten Netzes A1
- Installation von Sendern kleiner Leistung bzw. kleiner Reichweite zur zusätzlichen Entlastung in Ballungsgebieten.

Dieses Netz B2 kann weitere 5000 Teilnehmer aufnehmen. Damit ist aus heutiger Sicht eine ungehinderte Aufnahme neuer Teilnehmer bis zur Inbetriebnahme des Netzes C möglich. Unter diesen Voraussetzungen war möglichst kurzfristig eine kostengünstige Fahrzeuganlage zu entwickeln.

Diese Anlage -- BSA 33 -- ist konstruktiv-mechanisch der bewährten Anlage BSA 31/31S für Netz B nahezu identisch [1]. Sie besteht aus Sprechfunkgerät B 33— 1, Bediengerät M 33— 1 und Sprechstelle Z 37— 1 (Bild 1). Im Gegensatz zu BSA 31 werden Bediengerät und Sprechstelle über ein gemeinsames Kabel am Sprechfunkgerät angeschlossen. Das Sprechfunkgerät umfaßt die Selektivruf- und Wähleinrichtung (SRWE) und den Funkteil.

Die SRWE ist mikrocomputergesteuert. Sie benötigt im Vergleich zu BSA 31 nur ein Drittel des Volumens.

Der Funkteil enthält — systembedingt — neue und zusätzliche Schaltungen. Nur durch Volumeneinsparung bei der SRWE war es möglich, das Gehäuse des Sprechfunkgerätes B 31 weiter zu verwenden.

Die Anlage gewährt neben den systembedingten Vorteilen dem Benutzer auch eine Reihe nützlicher Neuerungen:



Bild 1. Funkfernsprechanlage BSA 33. Sprechfunkgerät, Bediengerät und Sprechstelle

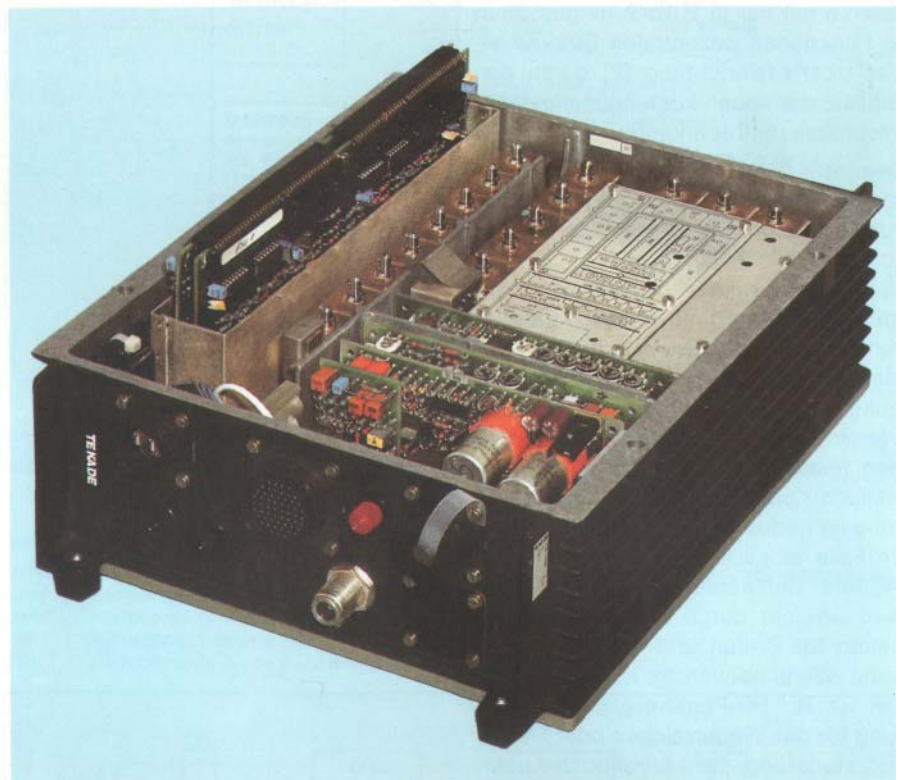


Bild 2. Sprechfunkgerät geöffnet

- Wahlstarttaste für einen automatischen Gesprächsaufbau ohne Abheben des Handapparates
- Rufnummernspeicher für 60 frei programmierbare, ergänzbare und löschbare Rufnummern
- Schaltbare Wahlbegrenzung: Der Zugriff zur freien Rufnummerein-

gabe ist gesperrt, es können nur die Speicher abgerufen und ergänzt werden

Große Ziffernanzeige mit automatischer Helligkeitsregelung
Einfache Korrekturmöglichkeit falsch eingegebener Rufnummern durch kurzes Betätigen der Löschtaste

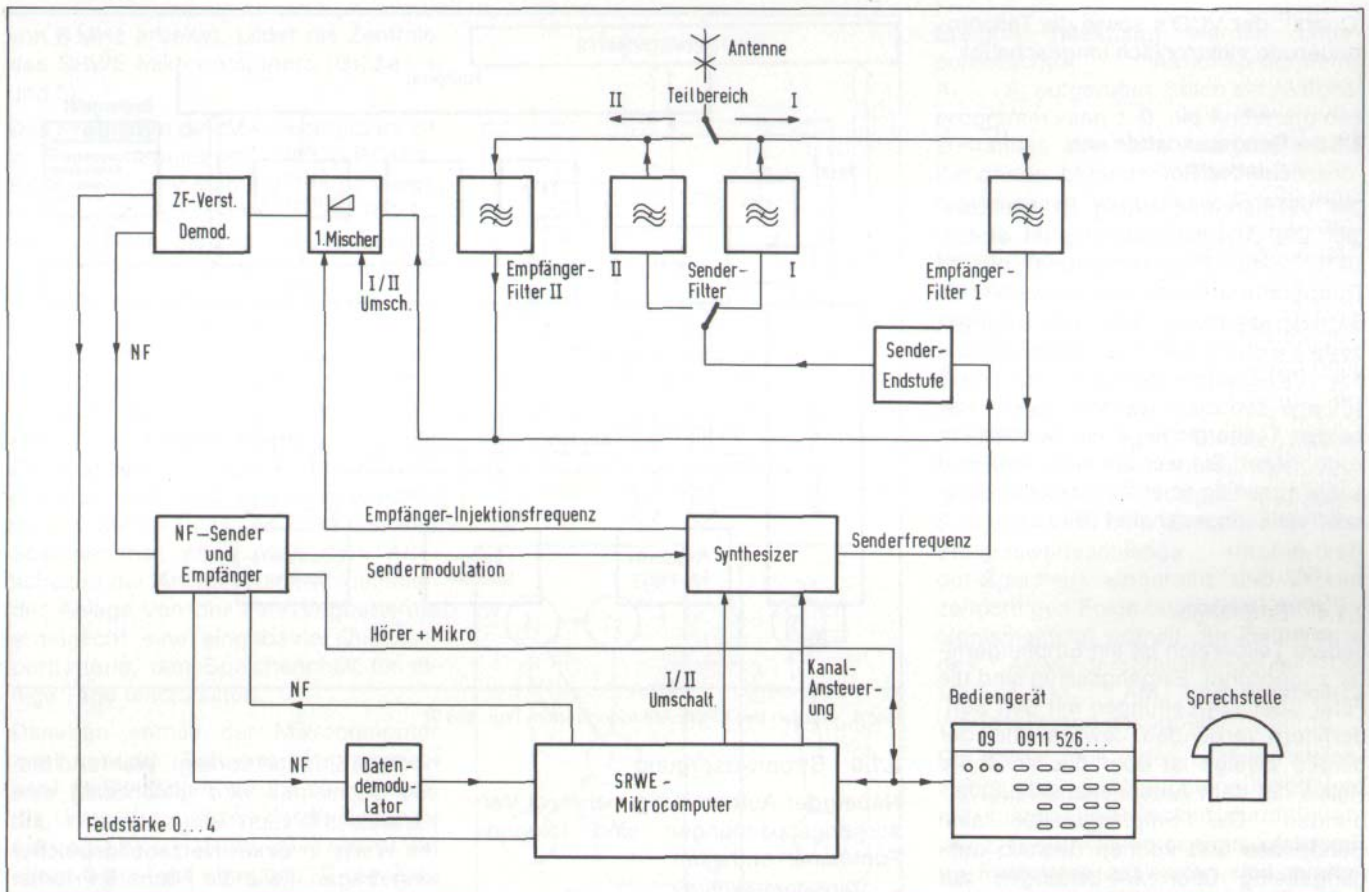


Bild 3. BSA 33, Blockschaltbild

Eingebauter 2-Stunden-Timer, aktiviert mit Abziehen des Zündschlüssels

Gebührenzähler mit Aufruftaste, Anzeige von Einzelgesprächs- und Summegebühren am Zifferndisplay (Option)

Kanalauswahl nach optimalen Funknetzbedingungen

Großer Feldstärkeanzeiger als Zeigerinstrument Ergonomisch günstige Tastatur.

2 Sprechfunkgerät

Das Sprechfunkgerät (Bild 2) besteht aus Funkteil und SRWE. Alle Baugruppen sind steckbar ausgeführt und über eine Verbindungsleiterplatte elektrisch verbunden.

2.1 Funkteil

Der Funkteil ist in 12 Baugruppen aufgeteilt. Jede Baugruppe ist für sich funktionsfähig und prüfbar. Die grundsätzliche Wirkungsweise des Funkteiles ist in [1] und [2] beschrieben. Neuerungen und Abweichungen werden im folgenden erläutert.

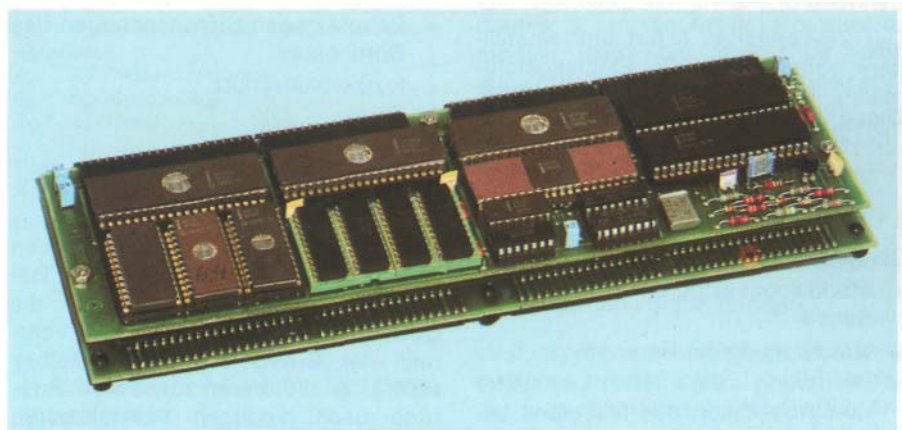


Bild 4. Selektivruf- und Wähleinrichtung SRWE M1

2.1.1 Allgemeines

Sender und Empfänger sind auf zwei Teilbereichen im VHP-Band betriebsfähig:

- Teilbereich I: 39 Kanäle des Netzes B
- Teilbereich II: 37 Kanäle aus dem Band des ehemaligen Netzes A1.

Der Teilbereich II liegt 9,2 MHz oberhalb des Teilbereiches I. Dieser relativ

große Abstand bedeutet, daß Oszillatoren und Selektionsmittel umgeschaltet bzw. doppelt vorhanden sein müssen (Bild 3). Den Umschaltbefehl von Teilbereich I nach Teilbereich II liefert die SRWE (Bild 4).

2.1.2 Synthesizer

Die prinzipielle Wirkungsweise ist in [2] beschrieben. Bei Wechsel zwischen Teilbereich I und II werden die Frequenzen des Abmischoszillators

(Quarz), der VCO's sowie die Teileransteuerung elektronisch umgeschaltet.

2.1.3 Senderendstufe und Senderfilter

Die Verstärkerschaltung ist breitbandig. Die Ausgangsleistung ist stabilisiert. Eine Steuerschaltung gleicht Temperatureinflüsse und schwankende Betriebsspannung aus. Die abgegebene Leistung kann auf SRWE-Befehl mit PIN-Dioden-Schaltern auf etwa 100 mW reduziert werden. Jedem der beiden Teilbereiche ist ein Senderfilter zugeordnet. Sie werden eingangs- und ausgangsseitig über ein spezielles Koaxialrelais umgeschaltet (Bild 3).

2.1.4 Empfänger

Jedem Teilbereich ist ein Empfängerfilter zugeordnet. Eingangsseitig sind die Filter über $\lambda/4$ -Leitungen mit den Senderfiltern verbunden. Jeweils einer der beiden Zweige ist über das erwähnte Relais mit dem Antennenanschluß verbunden. Die Empfängerfilter sind Bandpässe und können deshalb ausgangsseitig über λ -Leitungen zur Entkopplung unmittelbar auf den ersten Empfangsmischer geschaltet werden (Bild 3).

Der ZF-Verstärker liefert fünf einstellbare Kriterien für die Empfangsfeldstärke. Diese werden von der SRWE ständig überwacht und bewertet.

2.1.5 Sender-Empfänger-NF-Teil

Die Hauptfunktionen sind:

- Modulationsaufbereitung für den Sender
- Aufbereitung der Hörer-NF
- Steuerung der Hörer-Lautstärke und Abschalten des Mikrofons bei Wahlstartbetrieb
- Hör-Sprechadernschalter.

Als Neuerung enthält diese Baugruppe einen Dynamikregler im Sender-Modulationszweig, der bei einem bestimmten Eingangspegel wirksam wird. Im Gegensatz zu Begrenzerschaltungen ist auch dann eine naturgetreue Übertragung möglich, wenn übermäßig laut gesprochen wird, z. B. bei Umweltgeräuschen. Unter diesen Bedingungen ist außerdem die Gesamtverstärkung reduziert; dadurch wird der Abstand zwischen Sprache und Störgeräuschen verbessert.

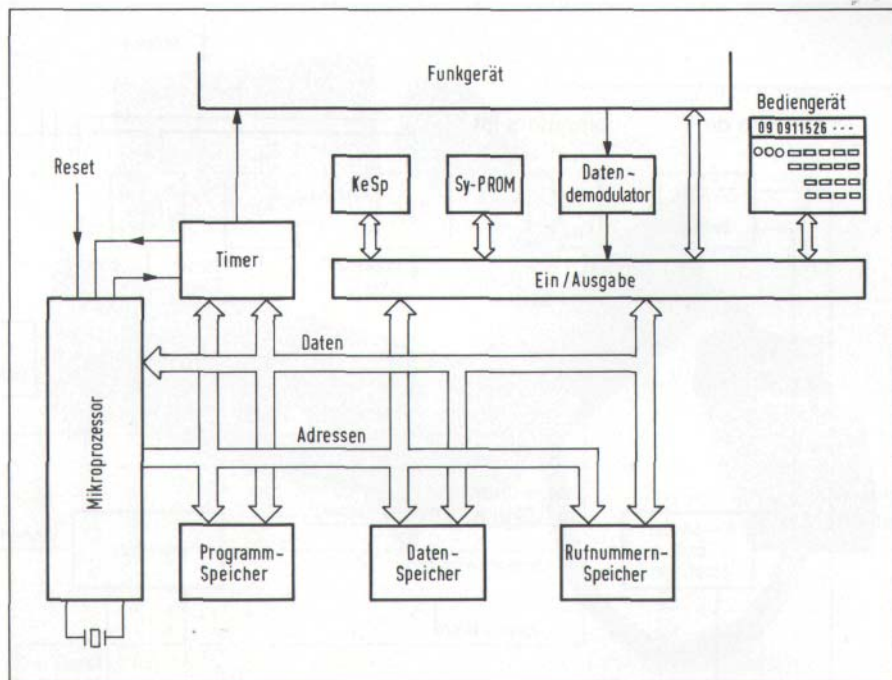


Bild 5. Aufbau des SRWE-Mikrocomputers (vgl. Bild 3)

2.1.6 Stromversorgung

Neben der Aufbereitung mehrerer Versorgungsspannungen sind folgende Funktionen enthalten:

- Verpolungsschutz
- Überspannungs, Unterspannungs und Transientenschutz
- Schutz gegen Störspannungen des Bordnetzes
- Kurzschlußschutz.

2.2 Selektivruf- und Wähleinrichtung mit Mikrocomputer

Die Systemanforderungen des neuen Netzes B2, nämlich weitgehende Benutzerkomforterweiterungen und die gleichzeitige Notwendigkeit, das Volumen der SRWE auf 1/3 gegenüber BSA 31 zu reduzieren sowie die Forderung nach niedrigen Herstellkosten führte zum Einsatz eines Mikroprozessors in der SRWE.

Eine wesentliche Neuerung des Netzes B 2 ist der Suchlauf, der die Kanalbelegung nach optimalen Funkfeldbedingungen unter Berücksichtigung von Prioritäten vorschreibt.

Die BSA 33 erfüllt diese Forderung, gleichzeitig wurde ein Verfahren zum Minimieren der Kanalsuchzeit gefunden. Ein erster Suchlauf prüft in abfallender Reihenfolge beginnend bei Kanal 86 (außer in der Bandlücke zwischen Teilbereich I und Teilbereich II) jeden Kanal und belegt ihn, sofern die

höchste Priorität vorliegt. Während dieses Suchlaufes wird gleichzeitig eine Kanalklassifikation vorgenommen und die Werte in einen Netzabbildspeicher eingetragen. Falls die höchste Priorität im ersten Suchlauf nicht vorlag, kann jetzt gezielt ein Kanal der nächsten Priorität geprüft und belegt werden.

In einem elektrisch programmierbaren Festwertspeicher (PROM) sind die aktuellen Systemparameter wie z. B. Rufkanal-Nummer, Suchlaufbereich und der maximale Kanalbefehl eingestellt. Durch Variation dieser Parameter bestehen vielfache Adaptionmöglichkeiten an Autotelefonnetze im Ausland.

2.2.1 Baugruppen der SRWE

Die SRWE besteht aus den Leiterplatten „Daten-Demodulator“ und „Mikrocomputer“. Beide Leiterplatten sind untereinander verbunden und bilden eine Einheit, die über die Verbindungsleiterplatte an das Funkgerät angeschlossen ist. Um Störungen zwischen Funkteil und SRWE auszuschließen, ist die SRWE in einem geschlossenen Metallrahmen eingebaut. Alle Leitungen, die diesen Rahmen verlassen, sind kapazitiv abgeblockt.

Der Datendemodulator arbeitet nach dem Prinzip des Phasenvergleichs, seine Schaltung entspricht im wesentlichen dem Datendemodulator aus BSA 31,[1].

Ein 8-Bit-Mikroprozessor vom Typ 8085, der mit einem quarzstabilen Takt

von 6 MHz arbeitet, bildet die Zentrale des SRWE-Mikrocomputers (Bilder 4 und 5).

Das Programm des Mikrocomputers ist in Festwertspeichern (NMOS-ROM's; ROM: read-only memory) festgehalten, ebenso befinden sich in diesen ROM's auch Tabellen, die z. B. für Codeumsetzungen benutzt werden. Für die Speicherung von variablen Daten, die z. B. während des Programmlaufes benötigt werden, stehen NMOS-RAM's (RAM: random access memory) zur Verfügung. Ein Bereich aus diesen RAM's dient als Refresh-Memory für die Zifferanzeigen des Bediengerätes. Der Kurzwahl- und Gebührenspeicher ist ein CMOS-RAM; es behält seinen Speicherinhalt auch nach dem Ausschalten der Anlage. Nach Abklemmen der Anlage von der Fahrzeugbatterie ermöglicht eine eingebaute Quecksilberbatterie, den Speicherinhalt für einige Tage festzuhalten.

Daneben enthält der Mikrocomputer zwei von der Software programmierbare 14-Bit-Zähler, welche die Hörtöne, die Umtastfrequenzen der Funksignalisierung (1950 Hz und 2070 Hz) sowie einen 1-ms-Takt erzeugen. Diese Zähler sind in den RAM's Typ 8155 integriert. Alle Verbindungen zum Funkteil und zum Bediengerät werden von Ein- und Ausgabe-Elementen (I/O-Ports) gesteuert, die schon in den RAM-Bausteinen 8155 oder den ROM-Bausteinen 8355 enthalten sind. Ein I/O-Port kann als Eingang oder als Ausgang programmiert sein. Als Ausgang programmiert enthält er für jede Ausgangsleitung ein Speicherelement (Latch) zum Halten der Ausgangsinformation. Die verschiedenen frei wählbaren Systemparameter sind in einem elektrisch programmierbaren Festwertspeicher (32x8 PROM) abgespeichert.

2.2.2 Das Softwarekonzept der SRWE

Die Vielzahl der Steuerungsaufgaben der SRWE ist in Anwendersoftwaremodule AM_1, \dots, AM_n , aufgeteilt, die miteinander über Meldungsverkehr kommunizieren (Bild 6). Ein Organisationsprogramm verwaltet diese Module, übernimmt die Zeitüberwachung und liest periodisch die Eingangsdaten der Peripherie. Ferner besteht ein Restart-Programm für die Initialisierung der Anlage nach dem Einschalten. Durch diese Modularität ist die Software der SRWE wartungsfreundlich und für Erweiterungen geeignet.

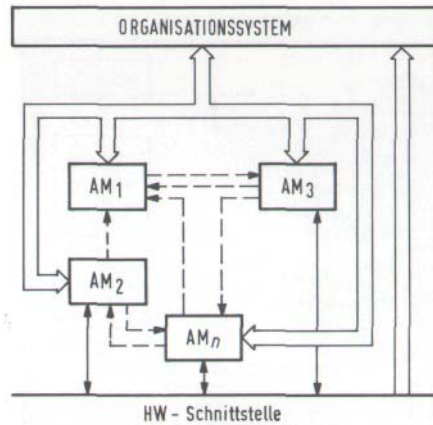


Bild 6. Struktur der SRWE-Software.
 $AM_1 \dots AM_n$ Anwendersoftwaremodule

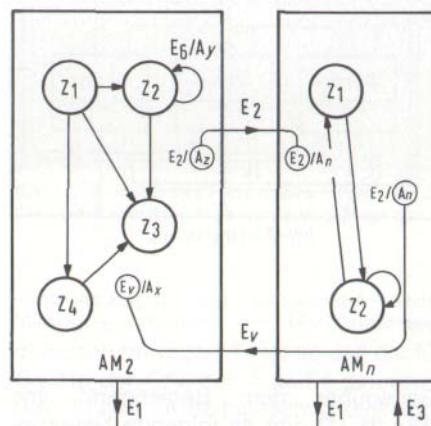


Bild 7. Automatenmodell der Anwendersoftwaremodule
 $A_1 \dots A_z$ Aktionsprogramme
 $E_2 \dots E_v$ Ereignisse
 $Z_1 \dots Z_u$ Zustände

Die Anwendersoftwaremodule übernehmen die systemspezifischen Aufgaben der SRWE, z. B.:

- Auswerten und Senden von Funkdaten
- Generieren von Hörtönen und den Umtastfrequenzen
- Bearbeiten von Tastatur- und Schaltersignalen
- Ansteuern des Synthesizers usw.

Zur Ausgabe von Signalen an die Peripherie steuern diese Module das entsprechende Ausgangsport an.

Jedes der Anwendersoftwaremodule ist als sog. Mealey-Automat [3] realisiert, wobei jedes Modul AM_1, \dots, AM_n , eine Anzahl von möglichen Zuständen Z_1, \dots, Z_u , zulässt (Bild 7). Diese Zustände sind miteinander über Ereignisse E_1, \dots, E_v , verknüpft. Ereignisse sind z. B. Aufträge aus der Peripherie, der Ablauf eines Timelimits oder Meldungen von anderen Anwendersoftwaremodulen. Abhängig von Zustand und

Ereignis (Meldung) werden unter verschiedene Aktionsprogramme A_1, \dots, A_z aufgerufen. Solch ein Aktionsprogramm kann z. B. die Änderung des Zustandes oder eine Ausgabe an die Peripherie bedeuten. Die Aktionsprogramme sind durch dieses Prinzip relativ kurz und von geringer Laufzeit, weil sie so unabhängig voneinander.

Für jedes Modul ist die Automatentafel charakteristisch. In ihr sind zu jedem Zustand die relevanten Ereignisse mit den Startadressen der Aktionsprogramme eingetragen. Diese Automatentafeln sind Bestandteil des Programmspeichers. Prinzipiell wird jedes Ereignis nach dem Eintreffen in eine Ereigniswarteschlange (first-in-first-out-Speicher) eingereiht und in der zeitrichtigen Folge bearbeitet. Jede Ereignismeldung enthält die Zieladresse des Anwendersoftwaremoduls. Die Module AM_1, \dots, AM_n , sind über diese Warteschlange gekoppelt.

Die SRWE muß viele Vorgänge gleichzeitig unter Echtzeitbedingungen und mit kurzer Reaktionszeit durchführen, wie z. B. Funkdaten senden, gleichzeitig Funkdaten auswerten und zusätzlich noch die Zifferanzeige des Bediengerätes multiplexen. Diese Aufgaben verteilt das Organisationsprogramm so an die Anwendersoftwaremodule, daß nach außen hin eine quasigleichzeitige Arbeitsweise entsteht, obwohl der Mikrocomputer nur streng sequentiell arbeitet. Die Hauptbestandteile des Organisationsprogrammes (Bild 8) sind die Einheiten

- Aktionsprogrammermittlung,
- Zeitüberwachung,
- Periodische Signalabfrage.

Aktionsprogrammermittlung: Im Datenspeicher besteht eine Tabelle, in der der augenblickliche Zustand jedes Anwendersoftwaremoduls vermerkt ist. Mit dieser Tabelle ist eine Zuordnung zur gerade aktuellen Automatentafel eines jeden Moduls gegeben. Stimmt bei der Abarbeitung der Ereigniswarteschlange das Ergebnis überein, so wird das in der betreffenden Automatentafel vorgesehene Aktionsprogramm gestartet. Da jedes Ereignis in der Warteschlange zusammen mit der Zieladresse des Anwendersoftwaremoduls eingetragen ist, genügt das Durchsuchen jeweils einer Automatentafel für die Aktionsprogrammermittlung.

Einige Anwendersoftwaremodule wie Telegrammerkenner, Telegrammsender

und die Ziffernanzeigebedienung haben zeitkritische Aktionen durchzuführen. Diese Module werden priorisiert bearbeitet. Für sie existiert eine eigene Ereigniswarteschlange, Ablaufzeit- und Systemuhr.

Zeitüberwachung: Die Zeitüberwachung erhält periodisch eine Unterbrechungsanforderung im Abstand von 1 ms. Von diesem Takt, der aus der Quarzfrequenz 6 MHz gewonnen wird, sind alle von der SRWE abzugehenden Takte und alle zu überwachenden Zeiten abgeleitet. Jedes Anwendersoftwaremodul kann einen Zeitüberwachungsauftrag, der auch die Adresse des auftraggebenden Moduls enthält, an die Zeitüberwachung geben. Solche Zeitüberwachungsaufträge sind z. B. Multiplexen der Ziffernanzeige, Intervall für die Höröne, Blinktakt, Funkdaten zeitgerecht geben usw.

Die Zeitüberwachung nimmt den Zeitüberwachungsauftrag entgegen, addiert den Stand der Systemuhr hinzu und speichert das Ereignis als Ablaufzeit in die Ablaufzeit- und Systemuhr der priorisierten Module wird von der Zeitüberwachung alle 1 ms, die Systemuhr der übrigen Module alle 10 ms erhöht. Nach jeder Erhöhung vergleicht die Zeitüberwachung den Stand der Uhr mit allen abgespeicherten Ablaufzeiten. Wenn eine Ablaufzeit mit der Systemuhr übereinstimmt, ist ein Zeitüberwachungsauftrag eines Anwendersoftwaremoduls abgelaufen und das entsprechende Aktionsprogramm wird gestartet.

Periodische Signalabfrage: Dieses Programm liest periodisch die Daten, die von der Peripherie an die Eingangsports gebracht werden und vergleicht diese Werte mit den vorher gelesenen Werten, die im RAM gespeichert sind. Stimmen diese Werte nicht überein, so wird dies als Ereignis mit der zugehörigen Zieladresse des Anwendersoftwaremoduls in die Ereigniswarteschlange geschrieben. Eingangssignale der Hardware, die während eines Abschnittes des Systemablaufes ohne Bedeutung sind, werden ausgeblendet.

3 Das Bediengerät

Das Bediengerät enthält alle Eingabelemente zum Bedienen des Sprechfunkgerätes sowie Anzeigen über eingegabene Informationen und Betriebszustände.

Das Design des neuen Bediengerätes liegt in der Linie der bisher bei TE KA DE gefertigten Bediengeräte.

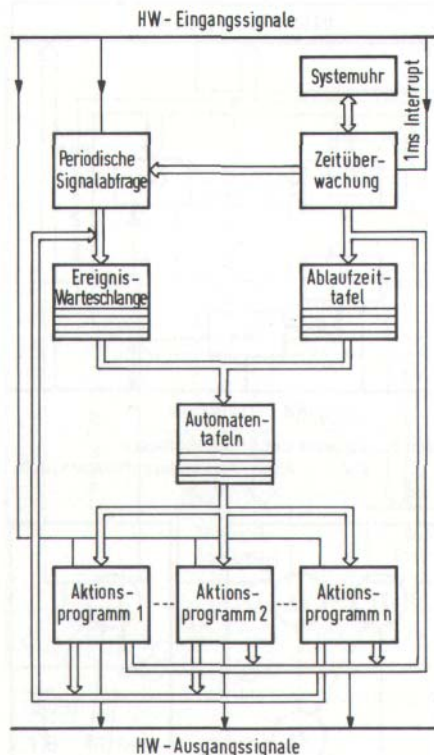


Bild 8. Arbeitsweise des Organisationsprogramms

Gegenüber dem Bediengerät von BSA31 [1] gibt es folgende Neuerungen:

- Größere 7-Segment-Anzeigen, die jetzt in einer Zeile stehen. Automatische Helligkeitsregelung der Ziffernanzeige
- Die Kanalgruppenanzeige ist zweistellig
- Ein größeres und besser ablesbares Feldstärkeanzeigeelement
- Über einen Schlüsselschalter kann der Eigentümer des Sprechfunkgerätes verschiedene Funktionen für den Benutzer sperren; Schlüsselschalter-Positionen: Normal, Speichersperre und Wahlbegrenzung. Bei Speichersperre ist der Kurzwahlspeicher blockiert. Bei Wahlbegrenzung besteht nur die Möglichkeit, bereits gespeicherte Rufnummern abzurufen und nach Bedarf zu ergänzen.
- Wahlstarttaste: Nach dem Betätigen beginnt automatisch der Suchlauf, bis ein freier Kanal gefunden und belegt wird. Darauf folgt die Funkwahl und das Schalten der Hörader bei aufgelegtem Handapparat, so daß Wählgeräusche und Signalisierungstöne hörbar sind. Erst wenn der gerufene Fernsprechteilnehmer

sich meldet, hebt der Benutzer den Handapparat ab. Die Wartezeit für das Abheben des Handapparates ist auf 30 s begrenzt.

- **Gebührenaufruftaste:** Bei der Option Gebührenanzeige kann der Benutzer mit dem Betätigen dieser Taste die Gesprächs- und Summengebühren als zwei fünfstelligen, von einander abgesetzten Zahlen zur Anzeige an das Bediengerät bringen. Bei Gesprächsbeginn (Funk-Draht) geschieht dies automatisch, wobei die Gesprächsgebühren dann gelöscht sind. Das nochmalige Betätigen der Gebührenaufauftaste bringt wieder die Kanalgruppen- und Rufnummer in die Anzeige.

4 Sprechstelle und Zusatzeinrichtungen

Neben Sprechstelle, Kabeln, Einbauteilen und Antennen für die verschiedenen Fahrzeuge sind Zusatzeinrichtungen vorgesehen:

- Gebührenanzeiger
- Zweite Sprechstelle
- Zweithörer
- Starttonglocke
- Spannungsumsetzer 24 V/12 V.

Die Anlage liefert die Kriterien für eine FTZ-Normschnittstelle zum Anschluß zukünftiger Einrichtungen (z. B. Datengerät, Anrufbeantworter). Für Meß- und Prüfzwecke dient das Prüfgerät P32-1.

5 Zusammenfassung

Durch konsequente Nutzung moderner Technologien und hochintegrierter Bauteile sowie durch die Lösung aller Steuerungs- und Überwachungsaufgaben durch einen Mikrocomputer wurde eine Autotelefonanlage BSA 33 geschaffen, die (bei gleicher äußerer Form des Sprechfunkgerätes von BSA 31) die Forderungen des neuen Netzes B2 der Deutschen Bundespost erfüllt. Darüber hinaus ist diese Autotelefonanlage durch Ändern von Systemparametern leicht in ausländische Autotelefonnetze einfügbar.

Schrifttum

- [1] K. Gschwendtner, P. Hoheisel, R. Zernicke: Die neue Autotelefonanlage BSA 31. TE KA DE Tech. Mitt. 1977, S. 23 bis 27.
- [2] L. Dennerlein, R. Zernicke: Ein neues Verfahren zur Frequenzaufbereitung in Autotelefonanlagen. TE KA DE Tech. Mitt. 1977, S. 57 bis 59.
- [3] S. Wendt: Entwurf komplexer Schaltwerke. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1972.