

NEUE BETRIEBS- UND EINSATZMÖGLICHKEITEN DURCH PROGRAMMIERBARE FUNKGERÄTE

Hartwig Winkelmann

Mitteilung aus dem Geschäftsbereich Kommunikationstechnik der AEG Aktiengesellschaft, Ulm

Zusammenfassung

Das wachsende Kommunikationsbedürfnis in allen Bereichen unserer Gesellschaft stellt ständig steigende Ansprüche auch an Funknetzorganisationen und Teilnehmergeräte. Ein herkömmliches mobiles Funkgerät, das den Erfordernissen eines einzelnen Funknetzes durch Modifizierung seiner Hardware angepaßt wird, kann heute den komplexen Anforderungen netzüberschreitenden Funkbetriebs nicht mehr gerecht werden.

Moderne softwareorientierte Funkgeräte mit unspezifischem, parametrisiertem Funkteil und mikroprozessorkontrolliertem Steuerteil wie das TELEPORT 9 erlauben dagegen, durch geeignete Programmierung von unterschiedlichen, in ihren Aufgaben abgegrenzten Speichern auf einfache und für Gerätehersteller wie -anwender vorteilhafte Weise die dem jeweiligen Bedarfsfall angepaßte Merkmalstruktur ohne Änderungen in der Hardware zu realisieren.

Suchworte

Mobilfunkgeräte, Funkgerätesteuerung, Mikroprozessorsteuerung, Funkgerätesoftware, Funkgeräteprogrammierung

1 Einführung

Der Aufbau und die Aufrechterhaltung einer sicheren Funkverbindung zwischen zwei oder mehreren Funkteilnehmern bedarf der vorherigen Absprache und Festlegung einer Reihe von funktechnischen und signalisierungstechnischen Parametern. In einfachen Fällen genügt es, die vereinbarte Trägerfrequenz einzustellen. Der Betrieb in komplexen Netzstrukturen verlangt dagegen zusätzlich den Zugriff auf weitere funktechnische Merkmale sowie unterschiedliche Signalisierungen für den Aufbau einer gezielten Verbindung. Oftmals ist auch während einer bestehenden Verbindung ein intermittierender Austausch von Identitäts- und Kontrollinformationen erforderlich.

Die Technik herkömmlicher Funkgeräte benötigte für die Definition der wenigen realisierbaren Parameter u.a. individuell abgestimmte Baugruppen, eine die Betriebsabläufe bestimmende diskrete Steuerlogik sowie eine mithilfe von Lötbrücken oder Schaltern festgelegte Kodierung der zumeist analogen Signalisierungen.

Vor dem Hintergrund dieser unflexiblen und wenig anwenderfreundlichen Gerätetechnik bietet ein Mikroprozessor mit programmierbaren Speichern günstige Voraussetzungen, gemeinsam mit einem geeignet gestalteten Funkteil jenes Maß an anwendungsorientierter Vielseitigkeit zu realisieren, mit dem heute bereits ein tragbares Funkgerät netzüberschreitenden Betrieb praktizieren oder auch Teilnehmer bedarfsgesteuerter Bündelnetzstrukturen sein kann.

2 Herkömmliche Funkgerätetechnik

Ein herkömmliches Funkgerät ist üblicherweise in seiner elektrischen und mechanischen Konzeption auf ein bestimmtes Anwendungsfeld ausgerichtet. Schaltungen und Mechanik sind dabei so ausgelegt, daß sie in einem sog. Bereitstellungsverfahren auf die spezifischen Erfordernisse eines singulären Anwendungsfalles hin bestückt, abgeglichen, kodiert und endgeprüft werden können. Im Interesse eines vernünftigen Bereitstellungsaufwands hält man die Anzahl der nachzubestückenden Bauelemente, der Abgleichstellen und der meist mithilfe von Lötbrücken zu kodierenden Signalisierungen gerade eben so groß wie unbedingt erforderlich.

Für die schließlich dem Anwender verfügbare Technik leitet sich aus Gerätekonzeption wie Bereitstellungssystematik ab,

- a) daß die Anzahl der beeinflussbaren funktechnischen und signalisierungstechnischen Parameter zwangsläufig begrenzt sein muß,
- b) daß die beeinflussbaren funktechnischen und signalisierungstechnischen Parameter nach ihrer Festlegung - von wenigen Ausnahmen abgesehen - geräteeinheitlich, d.h. für alle Betriebskanäle - gleichermaßen gelten.

Die daraus erkennbaren Einschränkungen der funk- und signalisierungstechnischen Freizügigkeit entfallen, wenn alle relevanten Parameter eines Funkgeräts digital ansprechbar ausgeführt werden und deren anwendungsspezifische Verknüpfung einem Rechner übertragen wird.

Begünstigt durch die bemerkenswerten Fortschritte bei der Prozessor- und Speichertechnologie konnten die beiden Funkgeräte-Neuentwicklungen TELEPORT 9 und TELECAR 9 bereits nach dieser Vorgabe realisiert werden.

Am Beispiel des Handfunkgeräts TELEPORT 9 werden im folgenden die wichtigsten daraus resultierenden gerätetechnischen und betrieblichen Merkmale angegeben.

3 Mikroprozessorgesteuerte Funkgeräte

Eine konsequente Anwendung rechnergestützter Verfahren in einem Funkgerät setzt nicht nur ein an den technologischen Möglichkeiten orientiertes, völlig neu gestaltetes Steuerteil voraus, sondern ebenso ein den Erfordernissen eines digitalen Zugriffs angepaßtes Funkteil.

Gemeinsam mit einem Anzeigen- und Tastenfeld sowie geeigneten Halbleiterspeichern bilden dann solche Funk- und Steuerteile ein vollständiges Datenverarbeitungssystem, das zuvor über einen Speicher und über das Tastenfeld eingegebene Informationen in der durch ein Betriebsprogramm vorgegebenen Weise in Signale und Befehle für das Funkteil umsetzt und das Senden und Empfangen von Funksignalen sowie deren Vorbereitung und Verarbeitung exakt in der vorausbestimmten Art und Weise durchführt.

3.1 Das parametrisierte Funkteil

Damit die wichtigsten funktechnischen Parameter digital angesprochen werden können, müssen Sender, Empfänger und Frequenzaufbereitung entweder breitbandig oder in einem weiten Frequenzbereich elektronisch abstimmbare sein. Des Weiteren sollte eine Reihe sonst analoger, meist manuell gesteuerter Signale schaltbar ausgeführt werden.

Das TELEPORT 9 verwendet daher einen Breitband-Sender, elektronisch abstimmbare Empfänger- und Oszillatorkreise sowie geeignete CMOS-bzw. VMOS-Schalter, wodurch folgende funktechnischen Parameter digital kontrollierbar zur Verfügung stehen:

- o Sendefrequenz in bis zu 5600 Schritten
- o Empfangsfrequenz in bis zu 5600 Schritten
- o Bandabstand bis zu 28 MHz
- o Bandlage
- o Senderleistung in bis zu 5 Stufen
- o Sendereinschaltung
- o Kanalaraster 20 kHz und 25 kHz
- o Modulationsart PM und FM
- o Empfängereinschaltung
- o Rauschsperrschwelle in bis zu 4 Stufen
- o Empfänger-NF-Einschaltung
- o Funkteileinschaltung

3.2 Das Mikroprozessor-Steuerteil

Die ständige Kommunikation der zentralen CPU mit ihrer Peripherie erfolgt im TELEPORT 9 vorwiegend über parallele Schnittstellen, um zusätzliche Zwischenspeicher zu vermeiden. Nur die bitintensive Steuerung des Synthesizers und der Anzeigen erfolgt seriell.

Gemeinsam mit zwei Standard-Schaltkreisen für Tonerkennung und Sub-audio-Frequenzen läßt sich auf diese Weise eine Fülle unterschiedlicher signalisierungstechnischer Parameter digital kontrollieren. Im folgenden kann am Beispiel der Tonrufsteuerung des TELEPORT 9 nur ein Auszug wiedergegeben werden:

- o Zuordnung von Einton-, Pilotton und Tonfolgesignalisierungen zu Sende- und Ruftasten
- o Frequenzen und zeitliche Abläufe für sämtliche Signalisierungen
- o Tastenprogrammierbarkeit für Einton-, Pilotton- und Tonfolgesignalisierungen
- o Programmieren und Abrufen eines Zielwahlspeichers
- o Norm des Tonfolgesystems (ZVEI, CCIR, EIA, EEA)
- o Anzahl der Stellen eines Tonfolgesystems und seiner tastenwählbaren Stellen (bis zu 8)
- o Tonfolgeaussendung mit folgender Kennung und Rufwiederholung
- o Selektiv-, Gruppen- und Sammelruf mit Frequenzfestlegung und Tastaturwählbarkeit
- o Dauer des Sendervorlaufs und Frequenz eines Vorlauftons
- o Lautsprecher-Anschaltung und Anrufton bei selektiver Auswertung sowie deren zeitliche Abläufe
- o Quittungstonfolge und deren zeitliche Verzögerung
- o Abhängigkeit einer Aussendung von Trägerempfang
- o Scanbetrieb, -modus und -bereich
- o Kanal-/Netzbetrieb und Netzsymbole

Grundsätzlich sind die darstellbaren Möglichkeiten nahezu beliebig vielfältig, zumal jede der 21 bedienbaren Tasten des TELEPORT 9 als "soft-key" zu betrachten ist.

4 Software

Die sinnvolle Verknüpfung aller steuerbaren Parameter ist Aufgabe des Betriebsprogramms. Ein Teil der Abhängigkeiten kann dabei anwendungs-bereichorientiert einheitlich festgelegt werden, ein anderer Teil muß

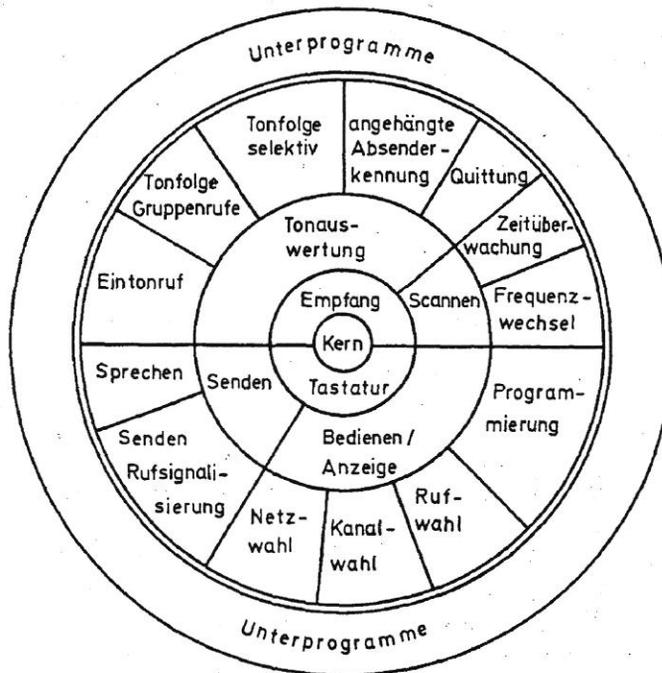
anwendungsspezifisch einem leichten und schnellen Zugriff zur Verfügung stehen.

Es ist daher vorteilhaft, wenn bestimmte Gerätegrundfunktionen sowie genormte Ablauforganisationen von Rufsystemen anwendungsbereichsbezogen in einem geräteintern angeordneten Speicher abgelegt sind, die spezifischen Merkmale der allgemeinen Abläufe wie z.B. Entscheidungen, Zeiten und Frequenzen jedoch einem extern leicht zugänglichen, steckbaren Speicher zugeordnet werden.

4.1 Programmspeicher

Die Festlegung der grundsätzlichen Funkteil- und Signalisierungsfunktionen erfolgt beim TELEPORT 9 daher in einem internen CMOS-Schaltkreis, dem sog. Programmspeicher.

Im Interesse einer vernünftigen Ordnung wird dabei die folgende Struktur verwendet:



Alle häufig benötigten Abläufe wie die beim Einschalten eines Gerätes, beim Laden der Teilerfaktoren für den Synthesizer, beim Abfragen der Tastatur, beim Tasten des Senders, bei der Generierung und Ausgabe von Tonfrequenzen und vieles andere mehr sind grundsätzlich als Unterprogramme ausgeführt, auf die aus jeder Ebene des Hauptprogrammes jederzeit zugegriffen werden kann.

Das Hauptprogramm gliedert sich dagegen in verschiedene horizontale und vertikale Bereiche, bei denen eine Grenzüberschreitung nur in der dargestellten Weise von innen nach außen erfolgt, im einzelnen abhängig davon, ob ein initiiertes Ereignis über Funk an das Gerät herangetragen und damit das zentrale Empfangsprogramm angesprochen wird oder aber der Bediener des Gerätes seine Absicht über die Tastatur mitteilt und damit zunächst entweder das Sendeprogramm oder das Bedienprogramm mit seinen jeweiligen Folgemöglichkeiten aktiviert.

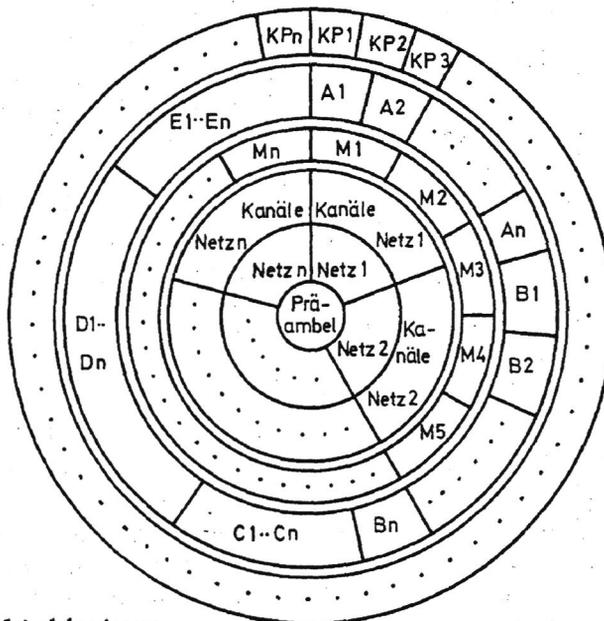
Der im TELEPORT 9 verwendete Speicher mit 8 kbyte faßt bis zu 8000 Befehle, von denen durchschnittlich etwa 170 in einem Tausendstel einer Sekunde verarbeitet werden.

4.2 Konstantenspeicher

Grundsätzlich ist es denkbar, die Organisation des Konstantenspeichers, der beim TELEPORT 9 Kodierstecker oder Multiprogrammer genannt wird, so zu gestalten, daß jedes einzelne über diesen programmierbare Merkmal mit ausnahmslos jedem anderen programmierbaren Merkmal kombinierbar ist. Eine einfache Rechnung zeigt jedoch schnell, daß dafür weder die heute möglichen Verarbeitungsgeschwindigkeiten noch die derzeit technologisch realisierbaren Speicherkapazitäten auch nur annähernd ausreichen würden.

Das TELEPORT 9 verwendet daher ein zwischenzeitlich patentrechtlich geschütztes Verfahren, bei dem bestimmte sinnvolle Parameterbereiche zu Merkmalgruppen zusammengefaßt werden, auf die dann mithilfe eines besonderen Adressierverfahrens mehrfach zugegriffen wird. Auf diese Weise lassen sich die Bedürfnisse der Praxis mit bereits heute verfügbaren Technologien befriedigen.

Die Organisation der Speicherkapazität von etwa 8000 bit geht von dem Grundsatz aus, daß jede programmierbare Speicherzelle lückenlos genutzt wird. Sie vermeidet starre Strukturen und verwendet stattdessen ein flexibles Verfahren, das sich an jedem einzelnen Anwendungsfall orientiert. Mithilfe von Informationen, die bei der intelligenten Programmierung des Konstantenspeichers zugefügt werden, gelingt es dem Betriebsprogramm, den Speicherinhalt bis hinunter zum einzelnen Parameter zu entflechten:



5. Betriebsmöglichkeiten

Die vorstehend skizzierte Softwarestruktur stellt den Funkkanal in den Mittelpunkt. Einer gewünschten Kanal-Nummer lassen sich daher bei einem TELEPORT 9 mit Tonrufsteuerteil folgende Parameterbereiche frei zuordnen:

- o Trägerfrequenz / Sender
- o Mittenfrequenz / Empfänger
- o Funknetz-Merkmale
- o Funkteil-Parameter
- o Tastenfunktionen
- o Wählbare Einzeltöne
- o Tonfolge-Parameter
- o Wählbare Pilotttöne

Eine beliebige zweite Kanal-Nummer kann grundsätzlich mit denselben Parametern, mit in beliebigen Teilen abweichenden oder auch mit vollständig abweichenden Parametern ausgestattet werden.

Für die praktische Anwendung wird erfahrungsgemäß eine Mischung aus konstanten und variablen Merkmalgruppen verlangt.

6 Ausführungsbeispiel

Eine für ein nordeuropäisches Land hergestellte Ausführung des TELEPORT 9 verdeutlicht auf anschauliche Weise das Anwendungsspektrum programmierbarer Funkgeräte. Das dabei zu bedienende komplexe Funksystem verlangt von der Gerätetechnik u.a. folgende Merkmale:

- o Abdeckung vier verschiedener Funknetze mit zweistelliger alphanumerischer Kennzeichnung im LC-Display (Netz MA, PO, BL und MO)
- o Funkkanäle, Kanalnummern:
MA: 01 bis 88, PO: 70 bis 97, BL: 01 bis 73, MO: 01 bis 63
- o Betriebsarten: MA, PO, BL: W+bGU; MO: bGU
- o Ruftastenfunktionen:
Ruftaste 1: Eintonruf 2400 Hz für 2 s (MO), Tonfolge variabel in 5 Stellen (MA, PO), Tonfolge variabel bzw. Folge von 3 Tonfolgen, kanalabhängig, variabel in 3 und/oder 5 Stellen (BL)
Ruftaste 2: ohne Funktion (MA), Eintonruf 2400 Hz, begrenzt auf 2s (PO, BL, MO)
- o Scanbetrieb: Betriebskanal und Kanal 16 (MA), Betriebskanal und zwei Kanäle aus beliebigen Netzen (PO, BL, MO)
- o Sendeleistungen/Modulationsart
MA und MO: 0,5 W/1,0 W/PM
PO und BL: Simplex-Kanäle 0,5W/1,0 W; Duplex-Kanäle 2,5 W/6,0 W
Modulationsart: Netz PO: PM, Netz BL: FM
- o Diverse netzabhängige Programmierungen über die Tastatur

7 Ausblick

Besitzt ein modernes Funkgerät wie z.B. das TELEPORT 9 oder das TELECAR 9 Funk- und Steuerteile, die sich grundsätzlich von gespeicherter Software kontrollieren lassen, ist eine nahezu beliebige Ausweitung der anwendungsbezogenen Möglichkeiten im wesentlichen eine Frage entsprechender Betriebsprogramme und Konstantenspeicherstrukturen. Mit der Festlegung aller gewünschten Parameter sind sowohl die für die betrieblichen Abläufe verantwortliche Betriebssoftware wie auch der Inhalt des die gerätespezifischen Merkmale bestimmenden Konstantenspeichers hinreichend definiert.

Die Entwicklung von Software kostet Geld. Je komplexer die Anforderungen an ein Funkgerät sind, desto umfangreicher und aufwendiger wird die Software. Es ist daher ein Gebot der Wirtschaftlichkeit, daß sich der Software-Entwickler so weit wie möglich an typischen und damit häufigen Anwendungsfällen orientiert. Umgekehrt profitiert auch der Anwender, wenn er den Rahmen gängiger Verfahren nicht völlig sprengt und ihm nur Modifikationen einer vorhandenen Standardsoftware in Rechnung gestellt werden müssen.