



Mini-Stereo- RDS-Radio-Modul

Das hier vorgestellte Radio-Bausatzprojekt ermöglicht den Aufbau eines kompletten RDS-Radios, ohne dass dazu ein Abgleich erforderlich ist. Neben sehr guten Empfangseigenschaften liefert das Gerät alles, was von einem modernen Radio gefordert wird. Stereoempfang, ein hinterleuchtetes Grafik-Display zur Anzeige der Informationen des Radio-Daten-Systems im Klartext, und dank Prozessorsteuerung stehen viele Zusatzfunktionen zur Verfügung wie Stationsspeicher und Schnittstellen zum Anschluss eines USB-Moduls und einer Funk-Fernbedienung.

Allgemeines

Bei einem Radio-Bausatzprojekt stellt sich natürlich zuerst die Frage: Lohnt sich der Aufbau, wo unterschiedlichste Geräte für wenig Geld am Markt erhältlich sind. Wenn man die Leistungsmerkmale vergleicht, lohnt sich das eindeutig!

Billig-Geräte sind meistens nur für Mono-Empfang ausgelegt und haben bescheidene Empfangseigenschaften. Stereo ist schon deutlich teurer, und Funktionen wie das Radio-Daten-System (RDS) sind meistens nur bei kompletten Anlagen und im Autoradiobereich zu finden. Preiswerte Geräte mit Schnittstelle zum Anschluss an einen PC wird man kaum finden. Bei den meisten Mini-Radios, die über einen USB-Stecker verfügen, wird nur die Betriebsspannung der Schnittstelle genutzt. Diese Geräte haben meistens nur die einfachsten Funktionen und können nicht mit dem PC kommunizieren.

Technische Daten: RDS 100

Empfangsbereich:	87,5 MHz bis 108,0 MHz
Abstimmung:	automatischer Suchlauf (Empfindlichkeit einstellbar)
Anzeige:	hinterleuchtetes Grafik-Display (2 x 16 Zeichen)
Radio-Daten-System (RDS):	verschiedene Anzeige-Modi wie z. B. Radiotext möglich
Bedienung:	8 Tasten, können optional abgetrennt und durch beliebige Tasten ersetzt werden
Fernbedienung:	optional (Funk 868 MHz, FS20-kompatibel)
Schnittstelle:	optionales USB-Modul anschließbar
Verstärker:	Stereo, 2 x 1 W an 8 Ω auf Leiterplatte vorhanden
Externer Audio-Eingang:	beliebige Stereo-Signalquelle, z. B. MP3-Player
Weitere Besonderheiten:	Signalpegel-Anzeige, Stereo/Mono-Umschaltung, Stationsspeicher
Spannungsversorgung:	DC-Buchse, 8 V bis 12 V _{DC}
Abm. Displayplatine:	69 x 32 mm
Abm. Hauptplatine:	70,5 x 37,5 mm
Abm. Tasteneinheit:	69 x 23,5 mm

Doch nun zu den Besonderheiten unseres Radio-Bausatzes im Detail. Das Gerät ist direkt auf der Platine mit einem Stereo-Ausgangsverstärker ausgestattet, so dass Lautsprecher direkt anzuschließen sind. Zur Spannungsversorgung ist ein unstabiles Steckernetzteil ausreichend, wobei die Spannung an einer DC-Buchse zugeführt wird.

Eine zusätzliche Stereo-Klinkenbuchse ermöglicht die Zuführung eines externen Audio-Signals, z. B. von einem MP3-Player. Die Signalquellenumschaltung erfolgt dabei über das Radio-Bedienteil.

Eine Besonderheit ist die Datenschnittstelle, wodurch die Möglichkeit besteht, das ELV-USB-Modul UM 100 bzw. OU 100 anzuschließen. Dadurch kann das Radio mit einem PC kommunizieren oder vom PC aus gesteuert werden.

Insgesamt 8 Tasten stehen zur Bedienung des Gerätes zur Verfügung. Zunächst ist die Tastaturplatine fest mit der Displayeinheit verbunden. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer abgesetzten Montage. Dazu sind die Platinen einfach entlang einer Sollbruchstelle zu trennen. Natürlich kann die Tasteneinheit auch durch eigene Tasten ersetzt werden. Ein optionaler Funkempfänger ermöglicht die Fernbedienung des Gerätes.

Für die Display-Hinterleuchtung stehen vier unterschiedliche Farben (Amber, Weiß, Rot und Gelbgrün) zur Verfügung. Das Display kann in zwei Zeilen jeweils 16 Zeichen darstellen.

Alle wichtigen Radio-Funktionen sind in einem sehr komplexen IC integriert, das dank digitaler Signalverarbeitung keinen Abgleich benötigt. Die Senderabstim-

Wert	Ziffer 1 (hex)	Ziffer 2 (hex)	Ziffer 3 (hex)	Ziffer 4 (hex)
0		lokal	Baden-Württemberg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
1	Deutschland, nicht öffentlich-rechtlich	international	Bayern	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
2		national	Berlin	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
3		überregional	Brandenburg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
4		regional	Bremen und Bremerhaven	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
5		regional	Hamburg	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
6		regional	Hessen	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
7		regional	Mecklenburg-Vorpommern	öffentlich-rechtlich, wenn Ziffer 1 = D
8		regional	Niedersachsen	privat
9		regional	Nordrhein-Westfalen	privat
A		regional	Rheinland-Pfalz	privat
B		regional	Saarland	privat
C		regional	Sachsen	privat
D	Deutschland, für alle zulässig	regional	Sachsen-Anhalt	privat
E		regional	Schleswig-Holstein	privat
F		regional	Thüringen	privat

mung erfolgt mit einer integrierten PLL, wobei auch ein automatischer Suchlauf

im 100-kHz-Raster zur Verfügung steht. Abhängig von der Signalstärke erfolgt ein automatischer Wechsel von Stereo zu Mono. Das Besondere am Radio-Chip sind der integrierte RDS/RBDS-Demodulator und -Decoder.

Über einen I²C-Bus erfolgt die komplette Steuerung des Radio-Bausteins. Die Feldstärke des Empfangssignals wird chipintern gemessen und über den I²C-Bus zum externen Mikrocontroller gegeben. Der Sendersuchlauf des Bausteins ist in Abhängigkeit von der Empfangsfeldstärke programmierbar, d. h. der Suchlauf stoppt nur

bei Empfangssignalen, die die vorgegebene Mindestfeldstärke erreichen.

Radio-Daten-System (RDS)

Das Radio-Daten-System ermöglicht beim Rundfunk die Übermittlung von Zusatzinformationen im Klartext. Das System gelangte Ende der 80er Jahre zur Marktreife und ist sicherlich den meisten von den Grundfunktionen her bekannt. Die wichtigste Funktion beim RDS-System ist die Anzeige des Sendernamens auf dem Display. Es bedeutet eine erhebliche Steigerung des Komforts, wenn man sich die Sendefrequenz der einzelnen Rundfunksender nicht mehr merken muss. Laut RDS-Spezifikation erfolgt die Anzeige des Sendernamens mit 8 alphanumerischen Zeichen.

Neben diesen Grundfunktionen kann das RDS-System noch deutlich mehr, wobei viele Vorteile besonders beim mobilen Einsatz, wie z. B. im Autoradio, zum Tragen kommen.

Natürlich unterstützen nicht alle RDS-fähigen Geräte alle Funktionen, die das System bietet, da einige Funktionen nur

PTY	Programmtyp	PTY	Programmtyp
0	Frei	16	Wetter
1	Nachrichten	17	Finanzen
2	Aktuelles	18	Kinderprogramm
3	Information	19	Gesellschaftliches
4	Sport	20	Religion
5	Bildung	21	Telefonieren
6	Hörspiel	22	Reisen
7	Kultur	23	Freizeit
8	Wissenschaft	24	Jazzmusik
9	Unterhaltung (Wort)	25	Countrymusik
10	Pop-Musik	26	Nationale Musik
11	Rockmusik	27	Oldies
12	Unterhaltungsmusik	28	Volksmusik
13	Leichte Klassik	29	Dokumentationen
14	Ernste Klassik	30	Testalarm
15	Andere Musik	31	Alarm

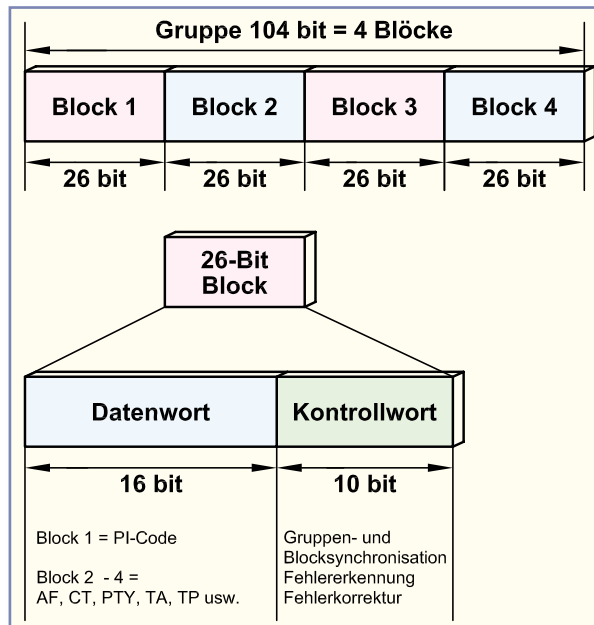


Bild 1: Aufbau eines RDS-Datenpaketes

bei bestimmten Anwendungen sinnvoll sind. Zu bedenken ist auch, dass nicht jeder Sender alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten des Systems ausstrahlt. Die zur Verfügung stehenden Funktionen sind somit auch vom aktuell empfangenen Sender abhängig. Nachfolgend die wichtigsten zur Verfügung stehenden Funktionen des RDS-Systems:

AF Alternative Frequency

Der RDS-Empfänger prüft ständig die

Qualität des empfangenen Signals und wählt aus einer Tabelle den Sender, mit dem das eingestellte Programm gerade am besten zu empfangen ist. Ein Wechsel erfolgt nur dann, wenn bei der alternativen Frequenz der PI-Code (Program Identification) mit dem aktuellen Programm übereinstimmt.

CT Current Time

Wenn der Sender dieses Signal ausstrahlt, können damit Uhren im Empfänger synchronisiert werden.

EON Enhanced Other Network

Diese Funktion ist interessant bei Autoradios. Bietet der aktuell empfangene Sender keinen Verkehrsfunk an, muss trotzdem nicht auf Verkehrsdurchsagen verzichtet werden.

Diese Funktion wird hauptsächlich von den öffentlich-rechtlichen Sendeanstalten unterstützt. Bei aktiver EON-Funktion wird z. B. beim Hören von NDR Kultur (Sender ohne Verkehrsfunk) für Verkehrsdurchsagen automatisch auf den am besten zu empfangenden NDR-2-Sender umgeschaltet, ohne dass der Anwender davon etwas merkt.

M/S Music/Speech

Mit diesem Signal strahlt der Sender die Information aus, ob es sich um eine Musik- oder um eine Sprachübertragung handelt. Ein Empfänger kann mit dem Signal z. B. automatisch unterschiedliche Lautstärken für Sprache und Musik realisieren.

ODA Open Data Application

Mit diesem Feature ist RDS um Funktionen erweiterbar, die noch nicht spezifiziert sind, ohne dass dazu der Standard angepasst werden muss.

PI Program Identification

Bei PI handelt es sich um einen stations-internen Identifikationscode, der europä-

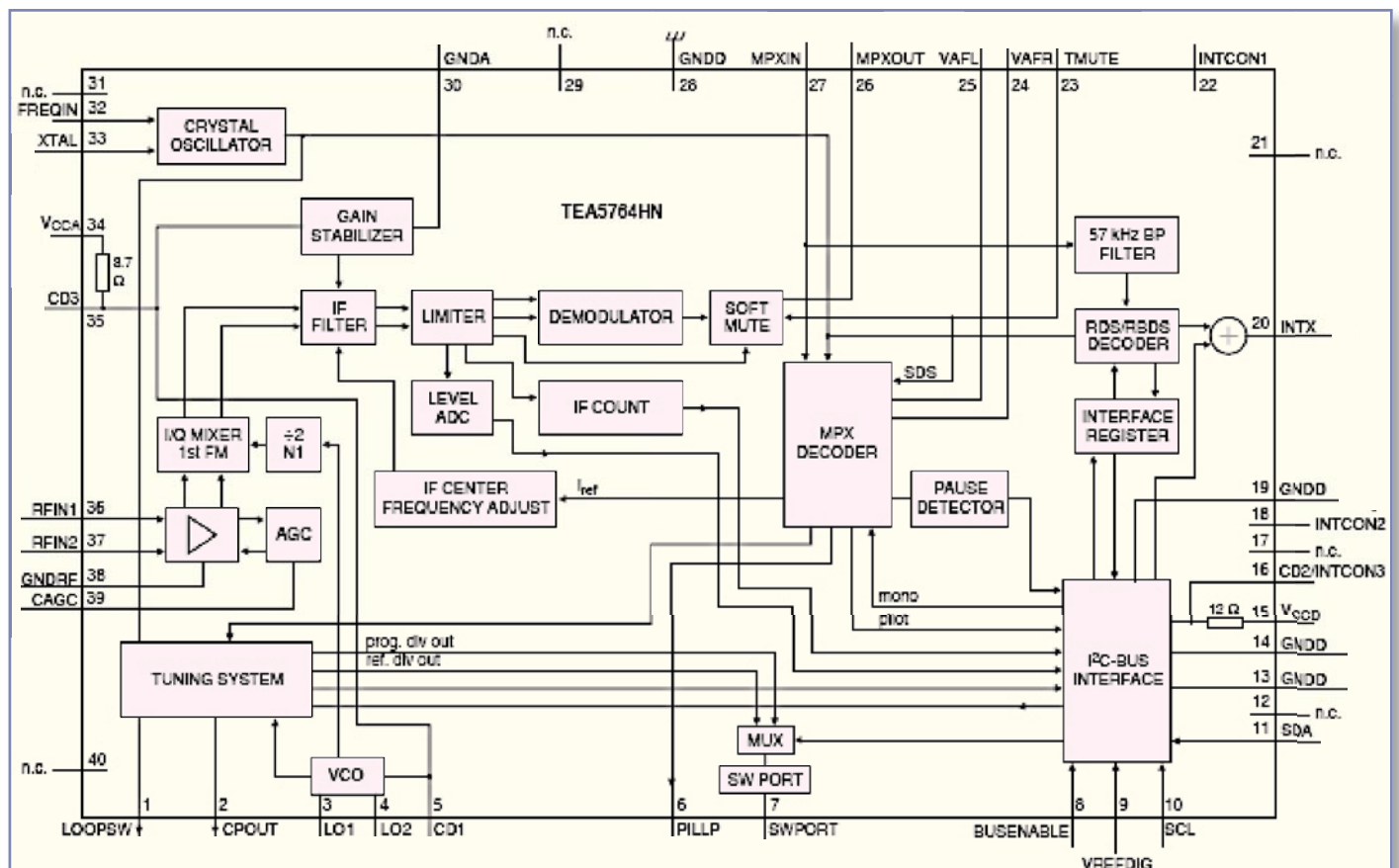


Bild 2: Interne Struktur des TEA5764HN

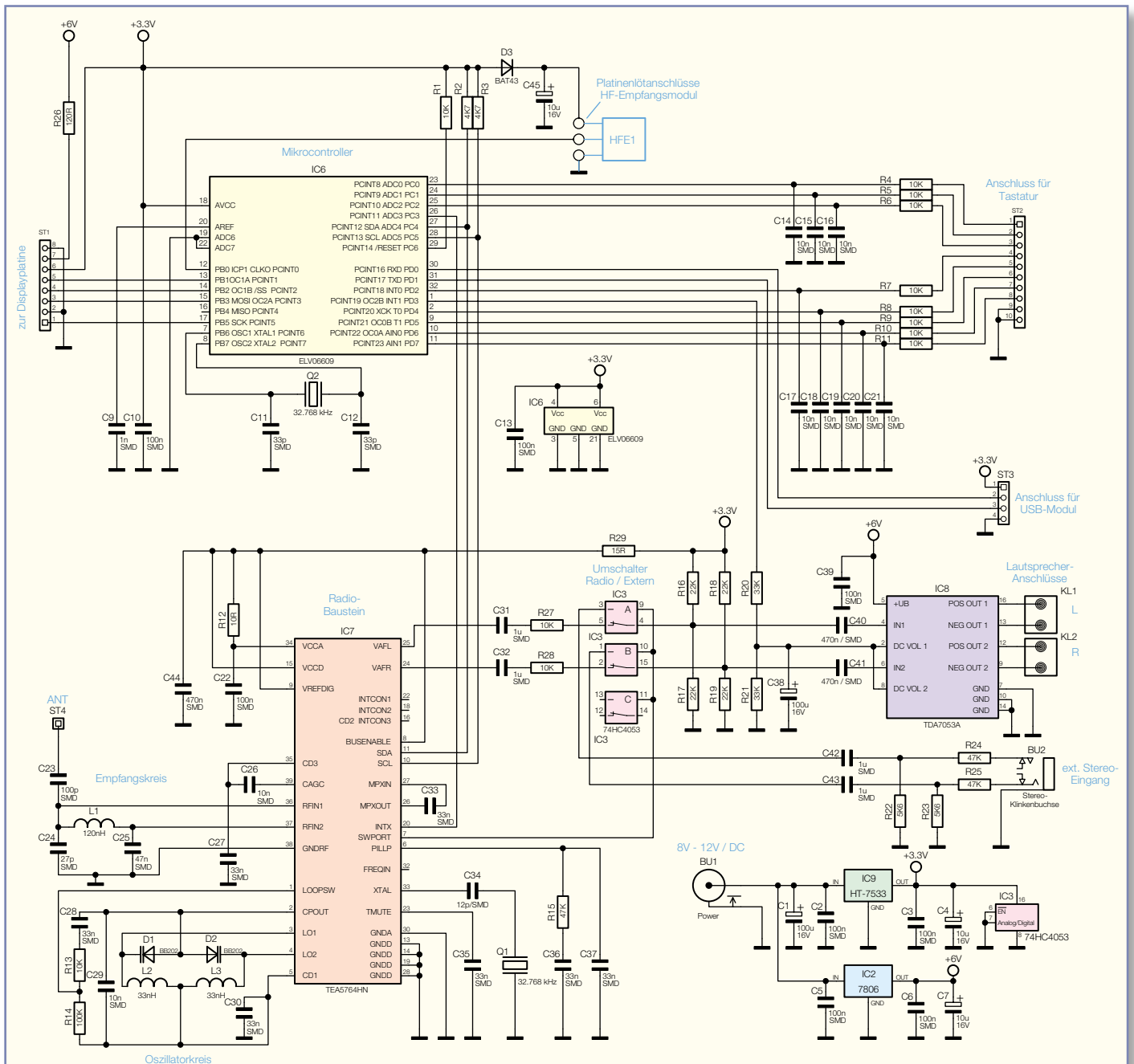


Bild 3: Hauptschaltbild des RDS-Radios RDS 100

weit eine eindeutige Identifikation des Senders ermöglicht. Der PI-Code ist zur internen Verarbeitung im Empfänger vorgesehen und wird auch zur Suche nach alternativen Frequenzen genutzt.

Der PI-Code gehört zu den wichtigsten Informationen des RDS-Systems und ist wesentlich schneller als der Programmname mit 8 Zeichen im Klartext zu decodieren. Aufgebaut ist der PI-Code in 4 Gruppen (dargestellt als Hexadezimal-Wert von 0 bis F) zu jeweils 4 Bit.

Die Bedeutung der einzelnen Bits ist in Tabelle 1 zu sehen.

PS Program Service Name

Beim Program Service Name handelt es sich natürlich um die am häufigsten

genutzte Funktion des RDS-Systems.

Der Sendername (NDR 2, ffn, Antenne usw.) wird dabei mit bis zu 8 alphanumerischen Zeichen auf dem Display angezeigt.

PTY Program Type

Mit Program Type erfolgt die Einteilung der Sender nach Sparten wie z. B. Nachrichten, Pop-Musik, Klassik, Sport usw. Beim RDS-System sind max. 32 Sparten mit den dafür vorgesehenen 5 Bit realisierbar. Leider strahlt nicht jeder Sender den passenden Program Type aus.

Mit dieser Information kann z. B. ein automatischer Suchlauf nach bestimmten Sparten suchen und dementsprechend nur die Sender abspeichern, die das gewünschte

Programm abstrahlen. Tabelle 2 zeigt die zu den PTY-Codes vergebenen Programm-Typen.

PTYN Program Type Name

Mit dieser erweiterten PTY-Funktion kann auch innerhalb der verschiedenen Programmsparten unterschieden werden (z. B. PTY = 4, Sport, und PTYN = Fußball).

RT Radio Text

Mit Radio Text ist die Übermittlung von Zusatzinformationen in Klartext möglich. Eine Zusatzinformation kann z. B. der Name des Interpreten und der aktuelle Musiktitel sein. Übertragen wird zeilenweise, wobei eine Zeile bis zu 64 Zeichen enthalten kann.

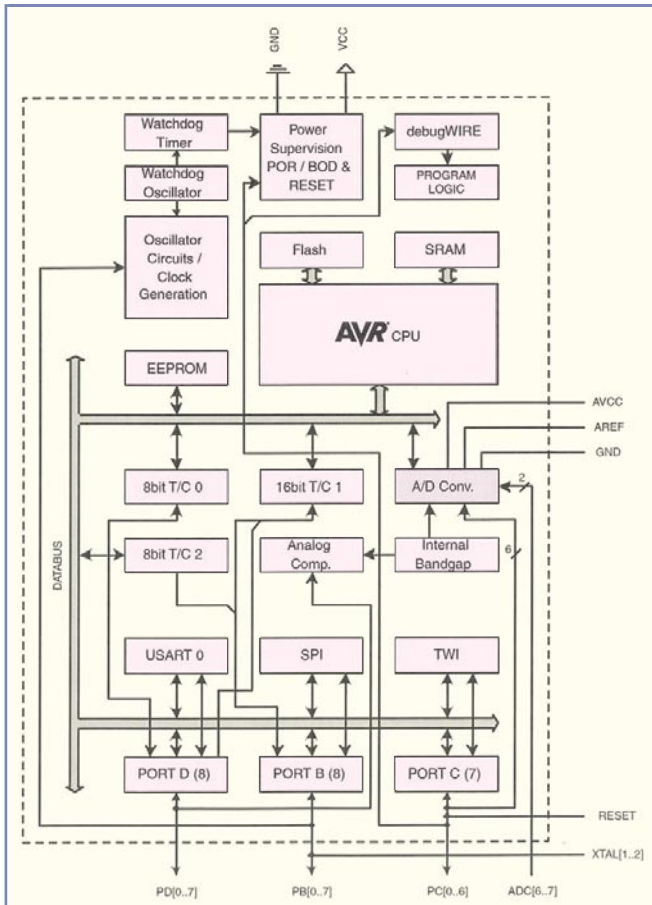


Bild 4: Interne Struktur des Mikrocontrollers ATmega 48

der Schaltungsbeschreibung noch näher eingehen.

Schaltung

In Abbildung 3 ist das Hauptschaltbild des RDS-Radios RDS 100 mit allen wesentlichen Baugruppen dargestellt. Der Mikrocontroller, der für die Bedienung und alle Steueraufgaben zuständig ist, ist dabei im oberen Bereich des Hauptschaltbildes zu sehen. Darunter ist das Radio-IC mit externer Beschaltung eingezeichnet und rechts in der Mitte der Stereo-Audio-Verstärker und darunter die Spannungsversorgung.

Der Mikrocontroller IC 6 kommuniziert mit dem Radiobaustein über den I²C-Bus, der an Pin 27 und Pin 28 zur Verfügung steht, wobei die Widerstände R 2 und R 3 als Pull-ups dienen. Der Controller selbst benötigt zur Funktion nur eine minimale Beschaltung. Neben der Versorgungsspannung ist nur noch der Taktoszillator, der extern an Pin 7 und Pin 8 zugänglich ist, mit dem Quarz Q 2 sowie den Kondensatoren C 11 und C 12 zu beschalten.

Im Controller integriert sind ein 4-kByte-Flash-Speicher, 512 Byte SRAM und ein EEPROM mit 256 Bytes. Die interne Struktur des Mikrocontrollers ist im Blockschaltbild (Abbildung 4) zu sehen. Insgesamt stehen 23 frei programmierbare Ein-/Ausgangsports zur Verfügung.

Die Verbindung zur Displayeinheit, die über einen eigenen „Chip-on-glass“-Mikrocontroller verfügt, wird über die 8-polige Stifteleiste ST 1 hergestellt. Über diesen Steckverbinder erhält die Displayeinheit auch die Betriebsspannung (Pin 6) und über R 26, Pin 7 die Spannung für die Display-Hinterleuchtung.

Die beiden A/D-Eingänge an Pin 19 und Pin 22 werden nicht genutzt und sind mit Schaltungsmasse verbunden. An Pin 18 wird dem Controller die Betriebsspannung zugeführt.

Über insgesamt 8 Tasten, die an ST 2 angeschlossen sind, erfolgt die Bedienung des RDS-Radios. Damit auch alternativ zu den vorgesehenen Miniaturtasten beliebige andere Tasten verwendet werden können, erfolgt die Tasturabfrage nicht im Multi-

TA Traffic Announcement

Durchsagekennung während der Verkehrsfunk-Nachrichten, d. h. solange eine Verkehrsdurchsage läuft, wird dieses Signal (1 Bit) gesetzt.

Je nach Gerät kann das Signal dann für verschiedene Aufgaben genutzt werden.

So ist es auch möglich, automatisch den Wechsel der Wiedergabe von CD zum Radio durchzuführen oder für die Zeit der Durchsage die Lautstärke automatisch zu erhöhen.

TMC Traffic Message Channel

Hierbei handelt es sich um die Übertragung von codierten Verkehrsmeldungen, die von Navigationssystemen angezeigt sowie verarbeitet oder zur Routenplanung genutzt werden können.

TP Traffic Program

Mit diesem Signal (1 Bit) wird angezeigt, dass der ausgewählte Sender Verkehrsfunk anbietet (Senderkennung). Das Signal kann auch als Kriterium für den automatischen Sendersuchlauf genutzt werden, indem nur Sender mit Verkehrsfunk abgespeichert werden.

Während der Verkehrsfunk-Durchsagen wird zusätzlich noch eine Durchsagekennung (TA) übertragen.

Nach den wesentlichen Möglichkeiten und den verschiedenen Diensten des

RDS-Systems kommen wir nun zur technischen Realisierung.

Für die Übertragung der RDS-Informationen wird ein 57-kHz-Hilfsträger genutzt, wo die Daten mit 1.187,5 Bit/s übertragen werden. Das Datenprotokoll besteht dabei aus 4 Blocks zu jeweils 26 Bit. Die eigentliche Information ist in jeweils 16 Bit enthalten, und die übrigen 10 Bit dienen zur Fehlererkennung und -korrektur. Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines RDS-Datenpaketes. In jedem Datenpaket ist in Block 1 der PI-Code als wichtigste Information enthalten. In Block 3 wird entweder der PI-Code nochmals zusätzlich übertragen oder es erfolgt stattdessen die Übertragung einer Liste mit alternativen Frequenzen.

Single-Chip-FM-Radio

Das zentrale Bauelement unseres RDS-Radios ist der Single-Chip-Radiobaustein des Typs TEA5764. Dieses IC enthält alle Stufen des eigentlichen Radios und benötigt nur wenig externe Beschaltung. Die interne Struktur des TEA5764 ist in Abbildung 2 zu sehen. Besonders wichtig ist dabei, dass auf einen Abgleich vollständig verzichtet werden kann.

Gesteuert wird der Baustein von einem Mikrocontroller über den I²C-Bus (SCL = Clock und SDA = Daten). Auf die einzelnen Stufen des Bausteins werden wir im weiteren Verlauf des Artikels bei



Bild 5: Das RDS-Radiomodul ist bedienbar über ELV-FS20-Fernbedienungen

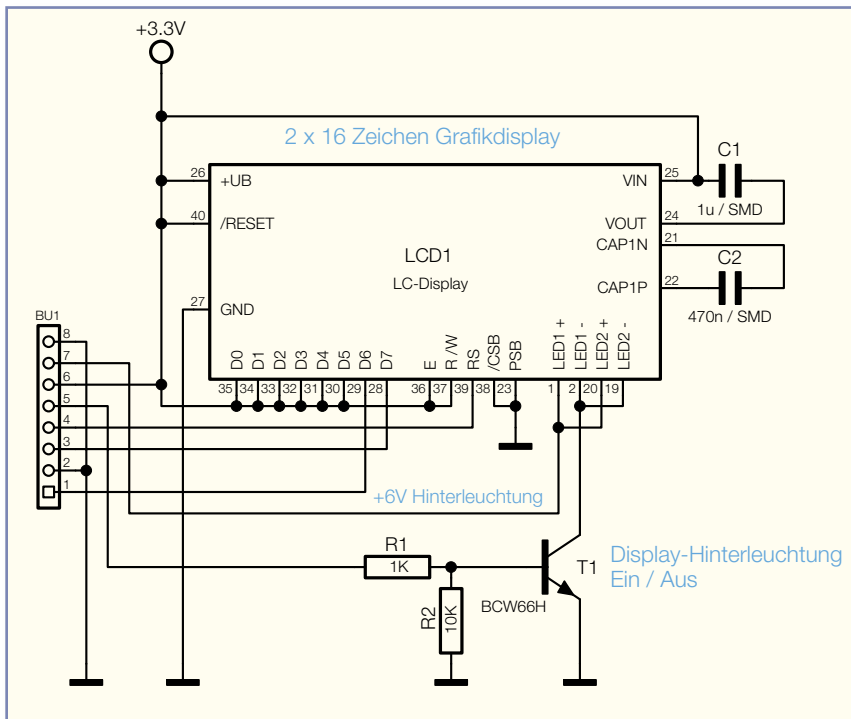


Bild 6: Grafik-Display des RDS 100

plexverfahren. Die Widerstände R4 bis R11 sowie die Kondensatoren C14 bis C21 an den Tastatur-Eingängen des Mikrocontrollers dienen zur Störunterdrückung.

An ST3 ist optional das ELV-USB-Modul UM100 anzuschließen. Über die USB-Schnittstelle kann dann die Kommunikation mit einem PC erfolgen. Die RDS-Informationen werden zum PC übertragen, ebenso ist auch die Steuerung des Radios vom PC aus möglich.

Die Bedienung des RDS100 kann optional auch über eine FS20-Funk-Fernbedienung erfolgen. Dazu ist ein 868-MHz-HF-Empfangsmodul (HFE1) anzuschließen. Zur Bedienung des Radios können dann z. B. Funk-Fernbedienungen aus dem ELV-Funk-Haussteuerungs-System FS20 eingesetzt werden (Abbildung 5).

Das eigentliche Radio ist, wie bereits erwähnt, mit einem hochintegrierten IC realisiert und unten links im Hauptschaltbild zu sehen. Da in IC7 neben analogen Stufen auch digitale Schaltungen integriert sind, ist es erforderlich, den integrierten Taktoszillator an Pin33 mit dem Quarz Q1 und dem Kondensator C34 zu beschalten.

Die Empfangsantenne des RDS100 wird an ST4 angeschlossen. Über den Kondensator C23 gelangt das Antennensignal auf den mit L1, C24 und C25 aufgebauten Eingangskreis sowie zum empfindlichen HF-Eingang des Bausteins.

An Pin35 und Pin39 ist die integrierte automatische Verstärkungsregelung mit den Kondensatoren C26 und C27 beschaltet.

Das PLL-System zur Senderabstimmung ist an Pin1 bis Pin5 extern zugänglich. Der VCO (Voltage Controlled Oscillator)

benötigt an Pin3 und Pin4 einen Schwingkreis, der mit den beiden Varicap-Dioden D1 und D2 sowie den Spulen L2 und L3 realisiert wurde. Die Abstimmungsspannung wird an Pin2 des Bausteins ausgegeben und gelangt dann direkt auf die Anoden der beiden Varicap-Dioden, deren Kapazität sich in Abhängigkeit von der Abstimmungsspannung ändert. Mit der Kapazität der Varicap-Dioden ändert sich auch die Resonanzfrequenz des Oszillatorkreises.

Das extern an Pin26 zur Verfügung stehende MPX-Signal wird über C33 dem integrierten MPX-Decoder an Pin27 zugeführt.

Ausgangsseitig liefert der TEA5764 an Pin24 und Pin25 direkt die NF-Ausgangssignale des rechten und linken Stereokanals. Über die Kondensatoren C31 und C32 zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung gelangen die NF-Signale dann zum CMOS-Umschalter IC3.

Alternativ zum Radiosignal besteht

auch die Möglichkeit, dem Endverstärker ein Stereo-Signal einer beliebigen Audio-Signalquelle zuzuführen. Von der Stereo-Klinkenbuchse BU2 gelangen die externen Signale dann über die mit R22 bis R25 aufgebauten Spannungsteiler und die beiden Kondensatoren C42 und C43 zum CMOS-Umschalter IC3.

Das selektierte Stereo-Signal wird letztendlich über C40 und C41 auf die beiden in IC8 integrierten Verstärker gegeben.

Die Lautstärke der Endstufen ist mit einer Gleichspannung an Pin2 und an Pin8 von IC8 einstellbar. Dazu wird das vom Mikrocontroller (Port PD3) kommende PWM-Signal mit Hilfe der Komponenten R20, R21 und C38 integriert.

Unten rechts im Hauptschaltbild ist die recht einfache Spannungsversorgung des USB-Radios zu sehen. Eine ungestabilisierte Gleichspannung zwischen 8V und 12V wird an der DC-Buchse BU1 zugeführt und gelangt dann auf den Pufferelko C1 sowie die Eingänge der beiden Spannungsregler IC2 und IC9.

Ausgangsseitig steht an IC9 eine stabilisierte Spannung von 3,3V zur Versorgung des Mikrocontrollers und des Radiobausteins zur Verfügung, und IC2 liefert die stabilisierte Betriebsspannung für den Stereoverstärker IC8.

Hochfrequente Störeinflüsse werden mit Hilfe der Keramik-Kondensatoren C2, C3, C5 und C6 unterdrückt und die Elkos C4 und C7 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung.

In Abbildung 6 ist die mit einem eigenen Mikrocontroller ausgestattete Grafik-Displayeinheit zu sehen und Abbildung 7 zeigt die Bedientasten des Gerätes. An externer Beschaltung benötigt die Displayeinheit nur die beiden Kondensatoren C1 und C2.

Mit Hilfe des Transistors T1 wird die Display-Hinterleuchtung aktiviert. Dieser Transistor wird vom Mikrocontroller über den Spannungsteiler R1, R2 angesteuert. Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und der praktische Aufbau dieses interessanten Radios wird im „ELVjournal“ 3/2007 detailliert beschrieben. **ELV**

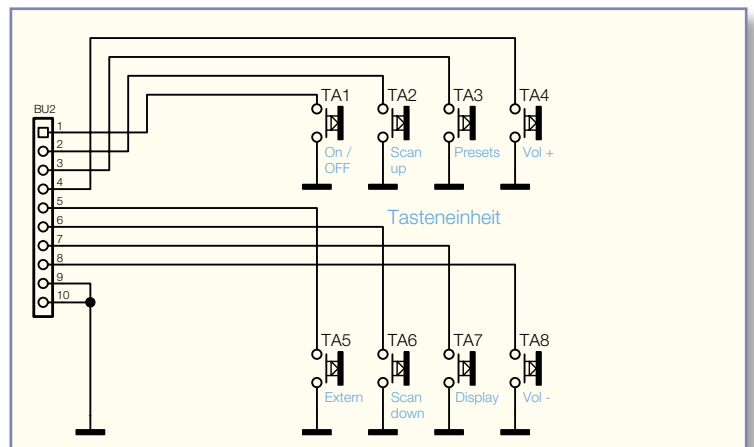


Bild 7: Bedientaster des RDS 100