

AM/FM- Empfänger

für digitales Tuning

Der U2514B ist ein Ein-Chip-Empfängerschaltkreis für AM und FM, der für digitale Abstimmung geeignet ist und eine Vielzahl von Funktionen enthält, die bisher nur von mehreren ICs erfüllt werden konnte. Der Baustein ist sehr universell für Anwendungen von Radio-weckern und Autoradios bis hin zur PC-Einsteckkarte geeignet.

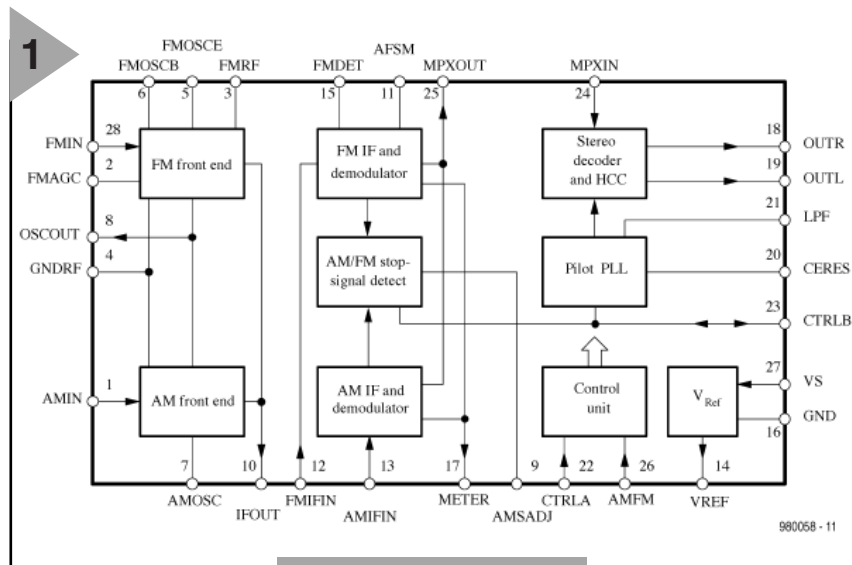


Bild 1. Blockschaltbild des U2514 B.

U2514B Eigenschaften

- FM-Breitband-AGC
- Gepufferte Oszillatorsignale für digitale Abstimmung
- Stopp-Signal für AM- und FM-Suchlauf
- Einstellbare Stoppsignal-Schwelle
- Automatische Mono/Stereo-Umschaltung
- Hohe Trennschärfe
- Stummschaltungsfunktion
- Pilotton-Unterdrückung
- Versorgungsspannungsbereich 3...12 V
- DIP28- und SSO28-Gehäuse

Von einem modernen Radioempfänger erwartet man einen hohen Bedienungskomfort mit automatischem Sendersuchlauf und digitaler Abstimmung per Knopfdruck. Der Empfängerschaltkreis U2514B erfüllt diese Anforderungen: Er enthält ebenso einen kompletten FM-Empfangsteil mit Mischer, ZF, Demodulator und Stereodekoder wie einen AM-Empfänger mit AM-Demodulator. Für beide Betriebsarten wird ein in seiner Empfindlichkeit einstellbares Stoppsignal für den automatischen Sender-

suchlauf erzeugt, das von einem externen Controller ausgewertet werden kann. Durch die digitale Steuerung ist der U2514B ideal für den Einsatz nicht nur in kompakten Empfängern, sondern auch in Multimedia-Applikationen. Aus diesem Grund wurde auf die Integration von Leistungsstufen verzichtet, so daß man aktive Lautsprecher direkt anschließen kann. Durch eine entsprechende Auswahl der Leistungsstufen kann man die Ausgangsleistung und damit den Stromver-

brauch ganz dem jeweiligen Radiotyp anpassen.

Der Betriebsspannungsbereich ist mit 3...12 V ausgesprochen weit. Die Empfangsfrequenz wird mit Hilfe des PLL-Bausteins U4285BM eingestellt, es ist aber auch möglich, daß der Mikrocontroller selbst die PLL-Funktion übernimmt.

Der U2514B steckt in einem 28poligen (SSO- oder DIP-) Gehäuse. Über die Bedeutung der Anschlüsse mit den dazugehörigen typischen Gleichspannungswerten gibt **Tabelle 1** Aus-

Im Applikator werden interessante, meist neue Bauteile und ihre Anwendungen vorgestellt. Die Erhältlichkeit ist nicht garantiert. Der Inhalt basiert auf Herstellerangaben und ist nicht vom Elektor-Labor auf Praxistauglichkeit überprüft!

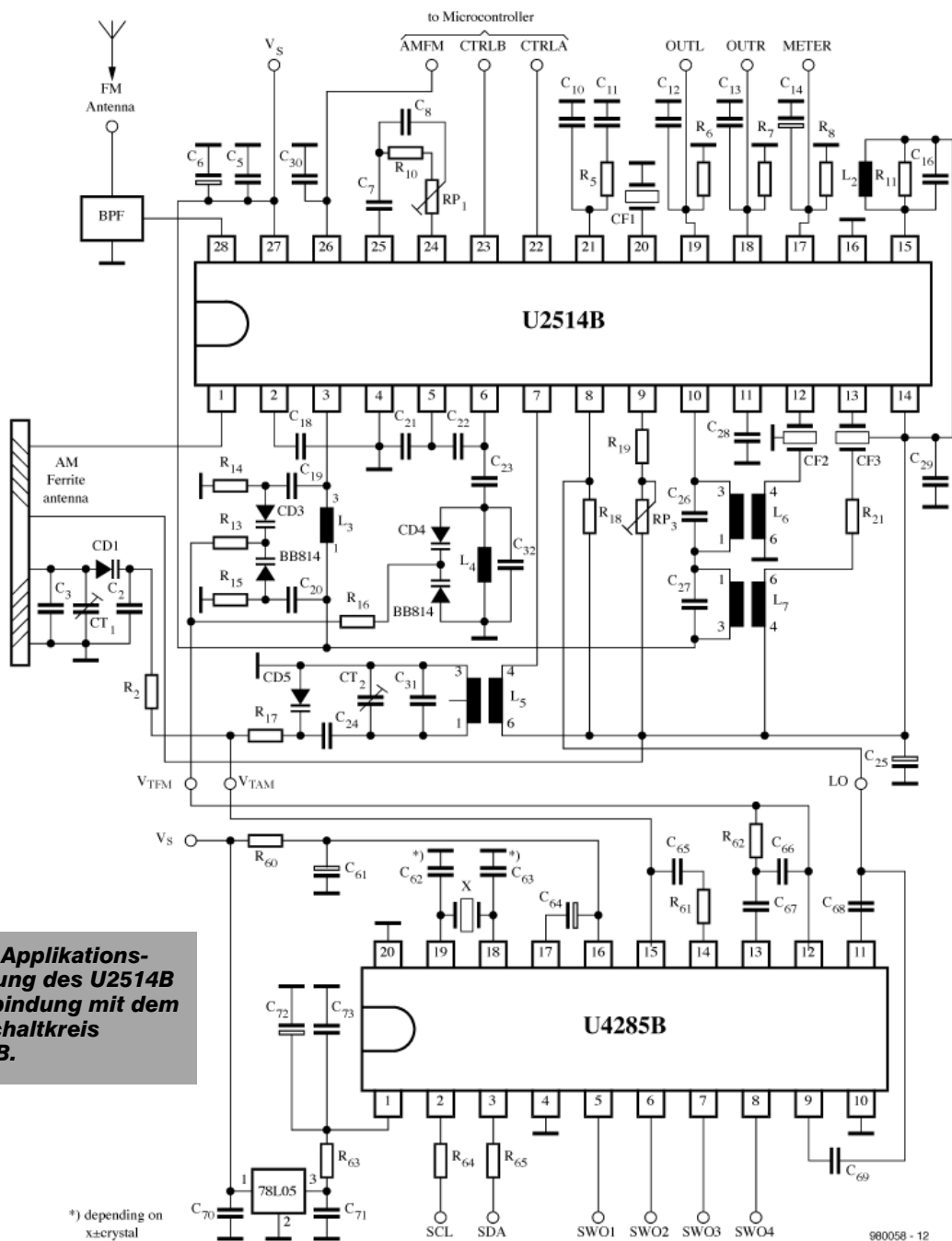


Bild 2. Applikations-schaltung des U2514B in Verbindung mit dem PLL-Schaltkreis U4285B.

*) depending on
x:crystal

980058 - 12

Stückliste

Widerstände

R2, R17 = 100 k
R5 = 330 k
R6, R7 = 5k1
R8 = 150 k
R10 = 33 k
R11 = 6k8
R13, R14, R61 = 56 k
R15, R16, R19 = 10 k
R18 = 470 Ω
R21 = 1k8
R60 = 220 Ω
R62 = 5k6
R63 = 22 Ω
R64, R65 = 12 k
RP1 = Trimmpoti 20 k
RP3 = 100 k

Kondensatoren:

C2 = 15 n
C3, C21, C23 = 10 p
C5, C18, C28, C29, C30, C65, C70, C71,

C73 = 100 n
C6, C14 = 10 μ
C7 = 470 n
C8, C16, C26, C69 = 100 p
C10 = 6n8
C11 = 68 n
C12, C13, C67 = 10 n
C19, C20, C68 = 2n2
C22 = 22 p
C24 = 390 p
C25, C61, C64, C72 = 100 μ
C27 = 180 p
C31 = 15 p
C32 = 3p9
C62, C63 = abhängig vom Quarz
C66 = 270 p
CT1, CT2 = 15 p Trimmer

Halbleiter:

CD1, CD5 = KV1591A-2
CD3, CD4 = BB814
IC1 = U2514B

Filter und Spulen:

BPF = FM-Antenne Soshin GFMB3
L3, L4 = FM-HF-Oszillator TOKO 7KL-
Type 291ENS 2054 IB
L2 + C16 = FM-Diskriminator TOKO
7PH-Type A119ACS-19000Z
L6 + C26 = FM-ZF TOKO 7PH-Type
A119ACS-18999N
CF1 = Keramikresonator Murata CSB
456F10
CT2 = FM-Keramik-ZF-Filter 10,7 MHz,
Bw 180 k oder 150 kHz
L5 = AM-Oszillator TOKO 7P-Type
A7BRS-12938X
L7 + C27 = AM-ZF TOKO 7P-Type 7MC-
312162NO
CT3 = AM Keramik-ZF-Filter 455 kHz
AM-Antenne Lw1 = 220 μ H (59 Wind.
10 · 0,04 mm flexibler Draht
Rpw2 = 25 k Ω (23 Windungen, wenn
w1-Kreis bei 1 MHz in Resonanz ist
Ferritstab Länge 80 mm, Durchmesser
10 mm

X = Quarz 4 MHz

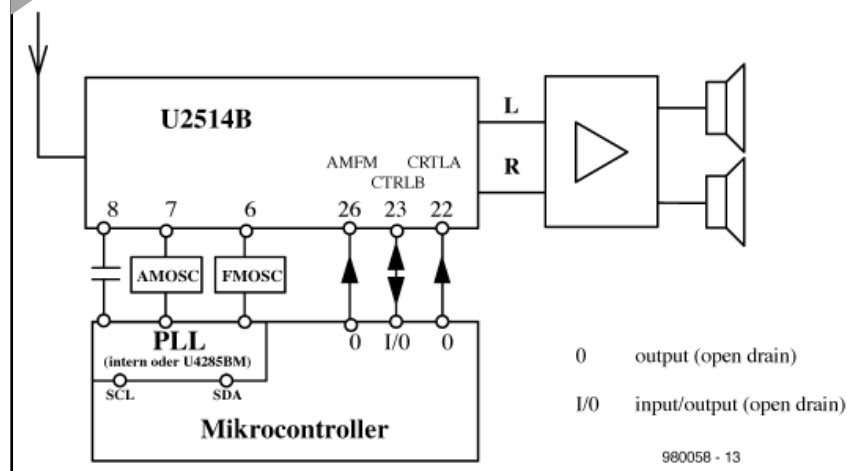


Bild 3. Blockschaltbild der Kombination des U2514B mit einem Mikrocontroller.

kunft, die einzelnen Funktionsgruppen des ICs, dessen Innenschaltung in **Bild 1** zu sehen ist, werden anschließend behandelt.

FRONTENDS FÜR FM UND AM

Die Funktionsbeschreibung bezieht sich sowohl auf das Blockschaltbild (**Bild 1**) als auch auf die Anwendungsschaltung (**Bild 2**).

Das Signal der FM-Antenne erreicht über einen externen Bandpaß (BPF) den Eingang des FM-Vorverstärkers **FMIN (Pin 28)**. Der Vorverstärker besteht aus einer Transistorstufe in Basisschaltung, die ein exzellentes Rausch- und Großsignalverhalten garantiert. Für beste Ergebnisse ist eine Quellimpedanz von ungefähr 100 Ω erforderlich. Die Vorstufe verfügt über eine automatische Verstärkungseinstellung (AGC), deren Zeitkonstante ein Kondensator (C18) zwischen **FMAGC (Pin 2)** und **GNDRF (Pin 4)** bestimmt. Der Eingangskreis (R13, R14, R15, C19, C20, L3, CD3) wird von der Gleichspannung V_{TFM} über die Kapazitätsdioden abgestimmt und ist an **FMRF (Pin 3)** angeschlossen. Das verstärkte FM-Signal trifft intern auf den Mischereingang.

Der FM-Oszillatorkreis (R16, C23, C32, L4, CD4) wird ebenfalls von V_{TFM} abgestimmt und bildet zusammen mit einem internen NPN-Transistor in Kollektorschaltung den Oszillator. Der Kreis ist über **FMOSCB (Pin 6)** mit der Basis dieses Transistors verbunden, dessen Kollektor signalmäßig geerdet ist. Der Emitter liegt an Pin 5. Der Abstimmkreis wird über einen kapazitiven Spannungsteiler, bestehend aus C21, C22 und C23 angekoppelt, wobei das Verhältnis C21/C2 das Rückkopplungsverhältnis bestimmt.

AMIN (Pin 1) ist der Eingang für die AM-Ferritantenne, die mit ihrem Fuß-

punkt an **VREF (Pin 14)** angeschlossen ist. Damit die AGC korrekt arbeiten kann, ist eine

Impedanz der Antennenspule von ungefähr 25 k Ω erforderlich. Der AM-Oszillatorkreis wird mit einer einzelnen Kapazitätsdiode (CD5) über die Abstimmspannung V_{TAM} abgestimmt. L5 transformiert das Oszillatorsignal, der Anschluß des AM-Oszillators (**AMOSC, Pin 7**) liegt über die Sekundärwicklung von L5 ebenfalls an der Referenzspannung (Pin 14).

Beiden Frontend-Abteilungen gemeinsam ist der Ausgang **OSCOUT (Pin 8)**, der das Signal des jeweils aktiven Oszillators zum externen PLL-Schaltkreis leitet. Der Widerstand R18 zur Referenzspannung bestimmt dabei die Amplitude des Signals für den PLL-Schaltkreis.

IFOUT (Pin 10) führt die ZF sowohl des AM- als auch des FM-Mischers. Die Auskopplung erfolgt über zwei Filter/Übertrager (L6 für FM, L7 für AM), die Signale gelangen dann über Keramikfilter (CF2 für FM, CF3 für AM) zu den Eingängen der internen ZF-Verstärker/Demodulatoren.

Der AM-ZF-Verstärkereingang **AMIFIN (Pin 13)** ist referenzspannungsbezogen mit einer Eingangsimpedanz von 3,3 k Ω , der FM-ZF-Eingang **FMI-FIN (Pin 12)** hingegen GND-bezogen mit einer Eingangsimpedanz von 330 Ω . Die Güte der ZF-Spulen L6/L7 darf dabei 50 nicht unterschreiten.

Auch die Ausgangssignale der beiden Demodulatoren erscheinen an einem gemeinsamen Ausgang **MPXOUT (Pin 25)**. Der Ausgang weist eine niedrige Impedanz auf, um gleichzeitig über das Kompensationsnetzwerk C7/C8/R10/RP1 den Stereodekodereingang **MPXIN (Pin 24)** und einen optionalen RDS-Dekoder treiben zu können. Das Kompensationsnetzwerk dient zum Ausgleich der Gruppenlaufzeit der beiden FM-ZF-Filter und

wird für einen Abgleich auf optimale Kanaltrennung des Stereodekoders empfohlen.

Der Gleichspannungspegel am **MPXOUT** beträgt 1,2 V im FM-Betrieb (abhängig von der Einstellung der Diskriminatorspule des FM-Demodulators) und 0,8...1,2 V im AM-Modus (abhängig vom Signalpegel).

STOP AND GO

Eines der interessantesten Features des U2514B ist der automatische Suchlauf für AM und FM. Dabei spielen die Anschlüsse **AMSADJ (Pin 9)**, **FMDDET (Pin 15)** und **AFSM (Pin 11)** eine Rolle. Der Keramikresonator der Stereodekoder-PLL (CF1) wird gleichzeitig als Stopp-Signal-Detektor für AM-Signale verwendet. Dazu wird die Parallelresonanzfrequenz des Resonators von unbelastet 456 kHz durch eine interne Kapazität auf die AM-ZF von 455 kHz verringert werden. Das bedeutet aber auch, daß die AM-ZF 455 kHz sein muß, eine abweichende ZF ist nicht zulässig. Die Kapazität wird durch den Strom von **VREF** durch R18/R19 und **AMSADJ (Pin 9)** nach Masse definiert. Dies erlaubt einen Abgleich der Stopp-Signal-Mittelfrequenz. Die Weite des Stopp-Fensters beträgt typisch 1,2 kHz. Wenn die Suchfunktion nicht aktiv ist, liegt der Anschluß intern auf Masse.

Die FM-Diskriminatorspule L2 zwischen **FMDDET (Pin 15)** und der Referenzspannung muß so abgeglichen werden, daß die Spannung an **AFSM (Pin 11)** 1,2 V bei 10,7 MHz beträgt. Damit ist sichergestellt, daß ein korrektes FM-Stopp-Signal erzeugt wird. Ein Kondensator zwischen **AFSM (Pin 11)** und GND glättet das FM-Audiosignal. Da die Abweichung des FM-Signals mit 75 kHz größer werden kann als das Stopp-Signal-Fenster (42 kHz) ist eine Glättung des FM-Audiosignals notwendig, um ein modulationsunabhängiges Stopp-Signal zu erhalten. Im AM-Suchmodus glättet der externe Kondensator das FM-demodulierte AM-ZF-Signal.

ANALOGUE AUSGÄNGE

Das demodulierte Signal gelangt über **MPXIN (Pin 24)** zum Stereodekoder. Die Eingangsimpedanz liegt bei ungefähr 10 k Ω . An **CERES (Pin 20)** wird der bereits bei der AM-Stoppfunktion erwähnte Keramikresonator mit einer Parallelresonanz von 456 kHz (bei 30 pF chipinterner Lastkapazität) zur Pilottonregeneration angeschlossen, und zwar in unmittelbarer Nähe zu Pin 20, um unerwünschte Einstrahlungen zu vermeiden.

Ebenfalls der Pilotton-Regenerierung des Stereo-Dekoders dient das RC-Netzwerk (C10, C11, R5) am Anschluß **LPF (Pin 21)**.

Der U2514B besitzt Open-collector-

Pin	Symbol	Funktion	AM	FM
1	AMIN	AM Antenneneingang	V_{Ref}	hochimpedant
2	FMAGC	FM AGC Zeitkonstante	V_{Ref}	$V_{Ref} - 80 \text{ mV}$
3	FMRF	FM HF-Resonanzkreis	hochimpedant	$V_S / 0...1 \text{ mA}$
4	GNDRF	HF Masse	Masse	Masse
5	FMOSCE	FM Oszillator Emitter	$V_{Ref} - 2 \cdot V_{BE} / 0 \text{ A}$	0,95 V
6	FMOSCB	FM Oszillator Basis	$V_{Ref} - V_{BE} / 0 \text{ A}$	1,7 V
7	AMOSC	AM Oszillator	$V_{Ref} / 0,3 \text{ mA}$	hochimpedant
8	OSCOU	AM/FM Oszillatorausgang gepuffert	$V_{Ref} / 0,3 \text{ mA}$	$V_{Ref} / 0,7 \text{ mA}$
9	AMSADJ	Stromeingang für AM Stoppsignal-Einstellung	AM-Suche = V_{BE} , AM = 0,1 V	0,1 V
10	IFOUT	AM/FM ZF Ausgang	$V_S / 50 \mu\text{A}$	$V_S / 0,4 \text{ mA}$
11	AFSM	Audio-Glättung	0,8...1,2 V	1,2 V
12	FMIFIN	FM ZF Verstärker Eingang	V_{BE} nach Masse/ 0 A	V_{BE} nach Masse
13	AMIFIN	AM ZF Verstärker Eingang	3,3 k Ω nach V_{Ref}	3,3 k Ω nach V_{Ref}
14	VREF	Referenzspannung Ausgang	$V_{Ref} = 2,4 \text{ V}$	$V_{Ref} = 2,4 \text{ V}$
15	FMDET	FM Diskriminator	$V_{Ref} / 1 \mu\text{A}$	$V_{Ref} / 0 \text{ A}$
16	GND	Masse	Masse	Masse
17	METER	Feldstärke Ausgang	0...2,3 V	0...2 V
18	OUTR	Audioausgang rechts	0...2,3 V/0,15 mA	0...2,3 V/0,15 mA
19	OUTL	Audioausgang links	0...2,3 V/0,15 mA	0...2,3 V/0,15 mA
20	CERES	Keramikresonator 456 kHz für AM-Suche und Pilot-PLL im FM-Modus	0,1...2,3 V	0,1...2,3 V
21	LPF	Tiefpaßfilter für Pilot-PLL AM Tiefpaßfilter für Pilot-PLL AM Suche und FM	0,2 V 0,5...2 V	- 0,5...2 V
22	CTRLA	Steuereingang für mute, Suchmodus und Suchempfindlichkeit	0... V_{Ref}	0... V_{Ref}
23	CTRLB	Steuereingang für erzwungenes Mono, Steuerausgang für Stopp-Funktion, Mono/Stereo-Information	0,1 V... V_S , 30 k Ω	0,1 V... V_S , 30 k Ω
24	MPXIN	Stereodekoder MPX Eingang	0,8 V	0,8 V
25	MPXOUT	AM/FM MPX Ausgang	0,8...1,2 V	1,2 V
26	AMFM	AM/FM Schalter und Pilotton-Unterdrückungszeitkonstante	Masse	1,54 V
27	VS	Versorgungsspannung Eingang	3...12 V/5 mA	3,12 V/9 mA
28	FMIN	FM Antenneneingang	$V_{Ref} - V_{BE} / 0 \text{ A}$	1,5 V

Ausgänge für das Audiosignal des linken (OUTL, Pin 19) und des rechten Kanals (OUTR, Pin 18). Sie benötigen je einen 5,1-k Ω -Widerstand nach Masse. Die Deemphasis kann mit einem Parallelkondensator erzielt werden.

Einen dritten der Außenwelt zugänglichen Ausgang stellt METER (Pin 17) dar. Hier steht ein Strom zur Verfügung, der mit der Amplitude der FM-ZF oder AM-ZF korrespondiert. Der erforderliche Abschluß besteht aus einem externen Widerstand von 150 k Ω nach Masse, parallel zu einem Kondensator (10 μF für niedrigen Klirrfaktor beim AM-Empfang). Der Entwickler kann durch die Wahl des Widerstands die Spannung an METER und damit auch die Schwelldung für die Mono/Stereo-Überblendung und die Höhenfilterung im FM-Empfangsmodus beeinflussen.

An VREF (Pin 14) stellt ein interner Spannungsregler eine stabile Referenz von 2,4 V zur Verfügung, die alle Funktionsblöcke des U2514B benötigen. Die externen Kondensatoren C29 und C25, die so dicht wie möglich an Pin 14 platziert werden sollten, garantieren eine stabile und rauscharme Referenzspannung.

Am Versorgungsspannungseingang VS (Pin 27) kann eine Gleichspannung

im Bereich 3...12 V angelegt werden. Im AM-Betrieb nimmt der U2514B nur etwa 5 mA auf, im FM-Betrieb sind es ungefähr 9 mA.

ES STEUERT DER CONTROLLER

Der Mikrocontroller steuert den U2514B über die drei Anschlüsse AMFM (Pin 26), CTRLA (Pin 22) und CTRLB (Pin 23).

AMFM (Pin 26)

ist ein reiner Schalteingang, der zwischen AM- und FM-Betrieb wählt. Ist der Eingang Low (kleiner 1,1 V), gelangt das FM-Antennensignal zum Frontend, bei offenem Eingang (open drain des Controllers!) wird das Signal der AM-Antenne verarbeitet. Ein Kondensator (C30) nach Masse glättet die Steuerspannung der Stereo-Pilottonunterdrückung.

Der Gleichspannungspegel an CTRLA (Pin 22) bestimmt die Betriebsart des ICs. Liegt die Spannung im Bereich 0,1...0,8 V, ist der Suchmodus selektiert. Je niedriger die Steuerspannung, desto höher ist dabei die Empfindlichkeit. Die Spannung kann als PWM-Signal eines Mikrocontrollers zugeführt und von einem RC-Netzwerk integriert werden.

Eine Spannung über 0,8 V (bis 2,4 V)

selektiert den Empfangsmodus. Spannungen zwischen 0,8 und 1,3 V aktivieren gleichzeitig die Mute-Funktion für das NF-Signal, das bei 0,8 V stark (mehr als -45 dB) und ab 1,4 V gar nicht (0 dB) abgeschwächt wird.

Der Ausgang CTRLB (Pin 23) zeigt, ob der Empfänger im Mono- oder im Stereo-Modus (Spannung über 1,2 V) arbeitet. Man kann durch Anlegen einer Spannung von weniger als 0,8 V den Monomodus erzwingen.

Im Suchmodus ist das intern erzeugte low-aktive Stopp-Signal an CTRLB verfügbar, wenn die Spannung an AFSM zwischen 1,1 V und 1,3 V liegt. Gleichzeitig muß für AM die Spannung an METER höher sein als die an CTRLA, für FM die Formel

$$U_{METER} \cdot (90 \text{ k}\Omega / R_{PIN17}) > U_{CTRLA}$$

erfüllt sein. Bild 3 zeigt schließlich, daß und wie der Mikrocontroller mit dem Empfängerbaustein zusammenarbeitet. Die PLL kann im Mikrocontroller selbst oder (besser) extern mit einem geeigneten PLL-Baustein wie dem U4285BM realisiert werden. Im zweiten Fall sollte man zur Steuerung der PLL einen I2C-Bus (SCL und SDA) verwenden.

(980058)rg