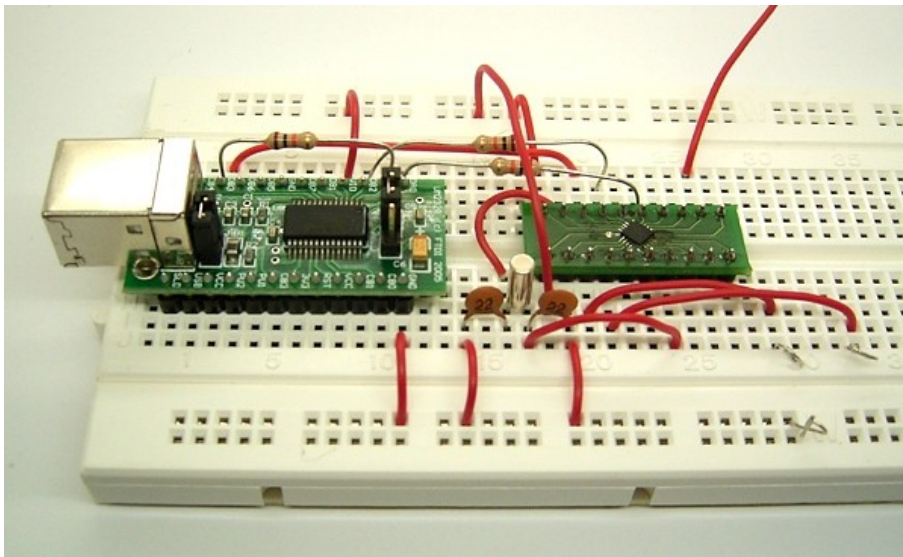
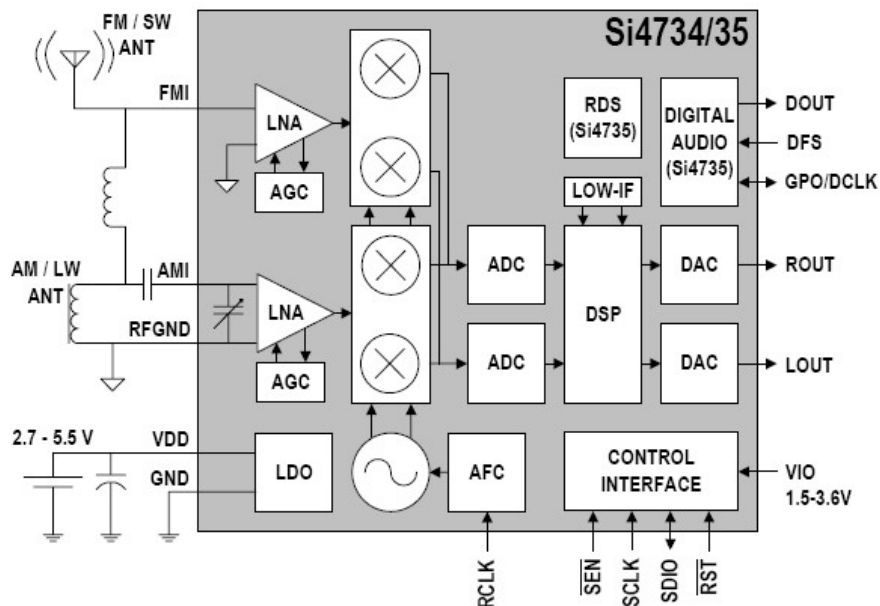


SI4735

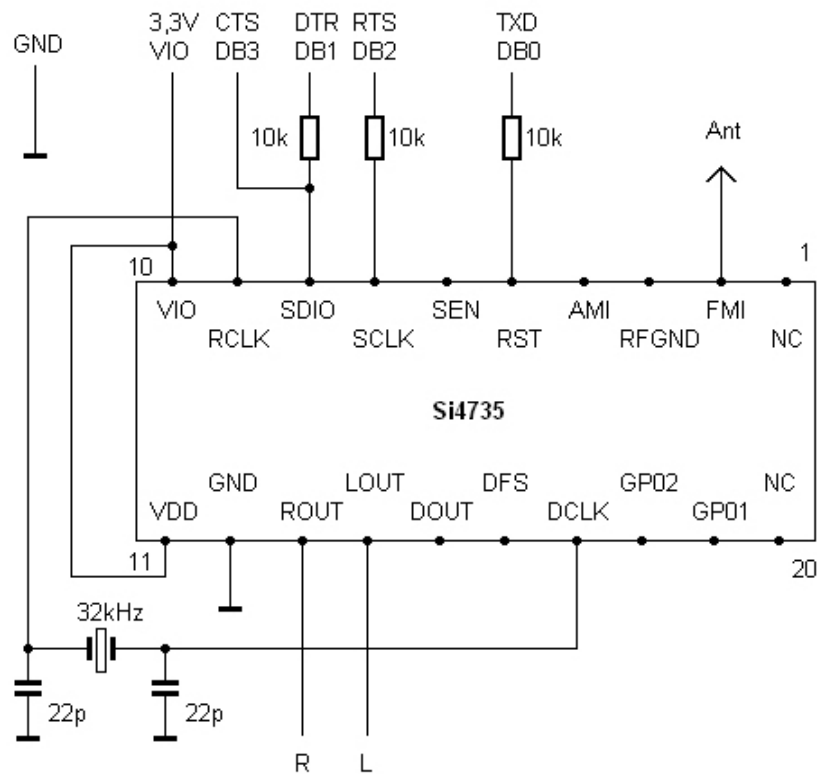
Integrierter AM/FM-Empfänger



Ein Chip der Größe 3 mm x 3 mm, der ein komplettes Radio mit UKW und drei AM-Bereichen enthält? Da wird man neugierig! Die Firma Modul-Bus hat eine Adapterplatine entwickelt, mit der man das Radio z.B. auf einer Experimentierplatine aufbauen kann. Hier wird zusätzlich der UM232R verwendet um den Empfänger am USB betreiben zu können. Der Baustein liefert auch gleich die erforderliche Spannung von 3,3 V.

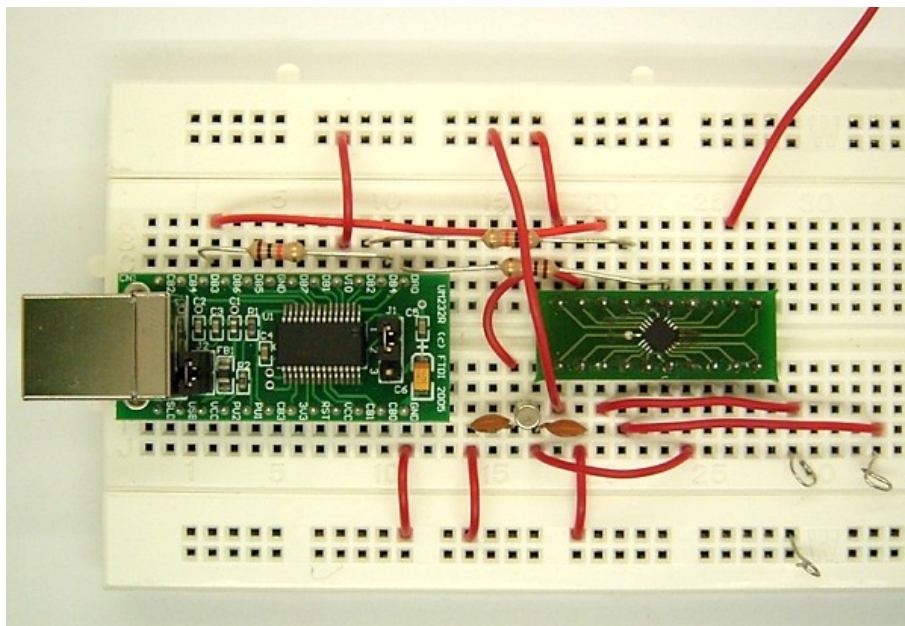


Ein Blick auf das Blockschaltbild verrät das Prinzip eines IQ-Empfängers, ähnlich wie er auch schon für Kurzwellen verwendet wurde. Aber diesmal funktioniert die Dekodierung ohne PC-Software, weil ein eigener DSP diese Aufgabe übernimmt. Nur für die Abstimmung wird noch ein PC oder ein Mikrocontroller benötigt. Der SI4735 verfügt über unterschiedliche digitale Schnittstellen. Hier wurde der I2C-Bus verwendet. Man braucht nur zwei Leitungen, SDA und SCL. Zusätzlich muss nur noch der Reset-Eingang des Chips bedient werden.

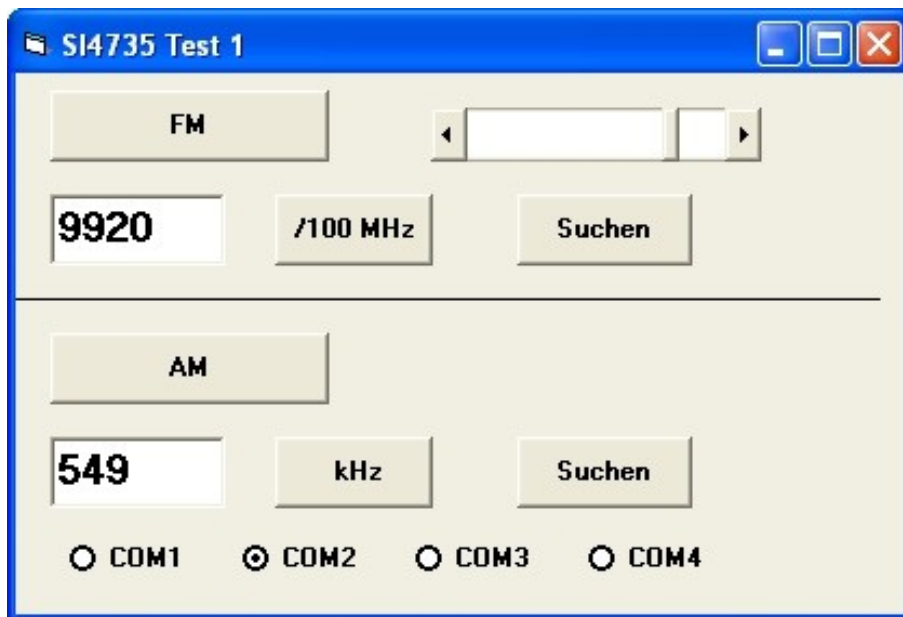


Das Schaltbild zeigt eine minimale Beschaltung für den ersten Test. Es wurde nur ein kurzes Stück Draht als UKW-Antenne verwendet. Die Stereo-Ausgänge R und L verzichten auf Koppelkondensatoren, weil diese schon im angeschlossenen Verstärker liegen. Ein 32-kHz-Uhrenquarz sorgt für den Takt. Das Interface zum UM232R verwendet drei Widerstände. Zwei der Leitungen könnten zwar auch direkt verbunden werden, aber so wird eine größere Fehlersicherheit erreicht.

Der Chip benötigt eine Betriebsspannung von 3,3 V an VDD und an VIO. Achtung an VDD ist nicht mehr als 3,6 V erlaubt. Man muss gut darauf achten, dass der UM232R nicht versehentlich auf 5 V gejumpert wurde. Ein Chip ist bei den ersten Tests leider bereits durch zu hohe Spannung kaputtgegangen. Jumper S1 muss in die obere Position gesteckt sein, dann liefert das Modul 3,3 V an VIO. Geplant ist aber auch eine komplette Platine für das Radio. Dann kann dieser Fehler nicht mehr passieren.



Der FT232R wird hier wie eine serielle Schnittstelle z.B. als COM1 oder als COM2 verwendet. Die TTL-Pegel mit 3,3 V sind gegenüber einer echten RS232 invertiert. Die Leitungen DTR und RTS bilden einen I2C-Bus mit der zusätzlichen Eingangsleitung CTS. Für die Ansteuerung wurde ein kleines Testprogramm in VB geschrieben.

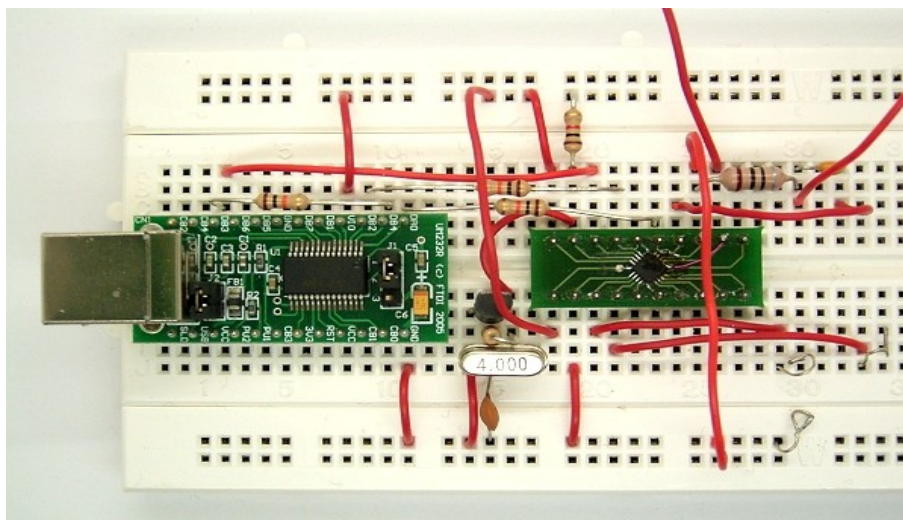


Für UKW-Empfang reicht bereits ein Stückchen Draht von 10 cm Länge als einfache Antenne. Nach dem Start des Programms muss man den Empfänger durch einen Klick auf die Schaltfläche FM initialisieren. Erst dann beginnt der 32-kHz-Quarz zu schwingen. Ein weiterer Test auf geglückte Initialisierung ist die Spannung an den Audio-Ausgängen R und L, die nun etwa 1 V beträgt. Der UKW-Empfänger stimmt sich auf den ersten starken Sender ab. Am Ausgang erscheint das Stereo-Signal. Nun kann man eine andere Frequenz eingeben oder einen Suchlauf starten. Außerdem gibt einen Lautstärkeschieber.

Der AM-Empfang erfordert den Anschluss einer entsprechenden Antenne oder einen Vorkreises. Man kann z.B. eine Ferritantenne anschließen. Nach der AM-Initialisierung funktioniert die Abstimmung ähnlich wie bei FM entweder durch Direkteingabe oder mit dem Suchlauf.

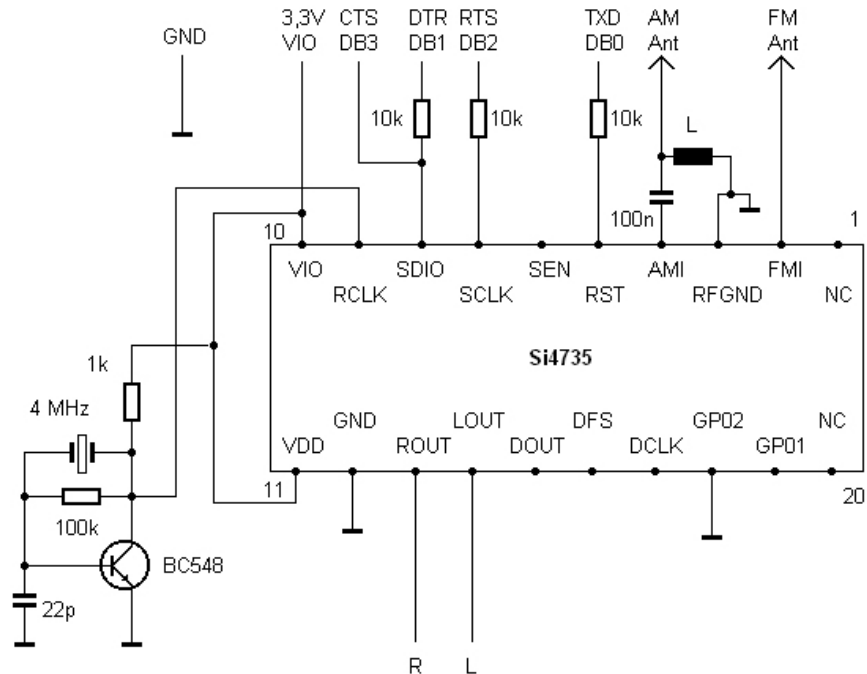
Software-Download: [SI4735Test1.zip](#) (42 KB)

Externer Oszillator 4 MHz



Der SI4735 arbeitet entweder mit einem 32-kHz-Uhrenquarz oder mit einem externen

Oszillator bis 40 MHz. Erste Erfahrungen haben gezeigt, dass es teilweise Probleme mit dem Anschwingen des Uhrenquarzes geben kann. Deshalb wird hier ein externer Oszillator aufgebaut. Das Datenblatt weist darauf hin, dass damit eine bessere Abstimmung möglich ist, weil der externe Oszillator unempfindlicher gegen Phasenjitter ist. Außerdem hat man so einen Vorteil in Mikrocontroller-Systemen, die ohnehin einen Quarz verwenden. In der Wahl der Frequenz ist man weitgehend frei, weil interne Teiler die Taktfrequenz in den Bereich um 32 kHz bringen. Hier wurde ein Transistor-Oszillator für 3,3 V und 4 MHz aufgebaut.



Der geänderte Aufbau zeigt auch den Anschluss einer AM-Antenne. Die Spule L kann z.B. eine Mittelwellenspule auf einem Ferritstab sein. Im Test wurde eine Festinduktivität von 10 μH eingesetzt, was für den Kurzwellenbereich gut passt. DW auf 6075 kHz kann damit bereits mit einem 10 cm langen Antennenstummel empfangen werden.

```
Private Sub Xtal()
    Prop &H202, 125 '4 MHz / 125 = 32 kHz
    Prop &H201, 32000
    DELAY 100
End Sub
Private Sub Prop(Adr, Data)
    i2cStart
    i2cOut 34
    i2cOut &H12
    i2cOut &H0
    i2cOut Adr \ 256
    i2cOut Adr And 255
    i2cOut Data \ 256
    i2cOut Data And 255
    i2cStop
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    TIMEINIT
    TXD 1
    DELAY 200
    i2cStop
    DELAY 10
    TXD 0
    DELAY 200
```

```

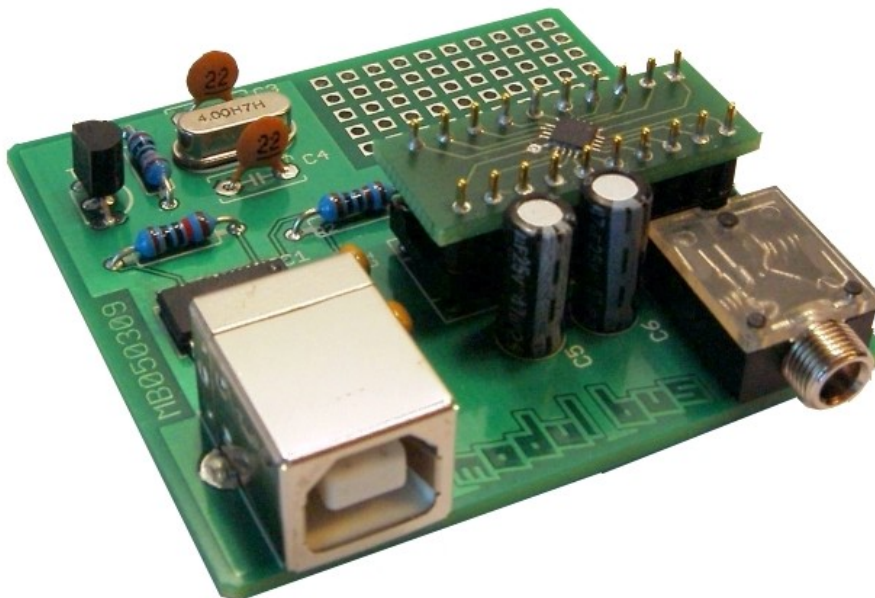
i2cStart
R = i2cOut(34) 'Bus-Adresse PCF8574
i2cOut (&H1)  '01
i2cOut (&H0)  '0 UKW, ext. Osz.
i2cOut (&H5)  '01
i2cStop
DELAY 250
Xtal
DELAY 50
End Sub

```

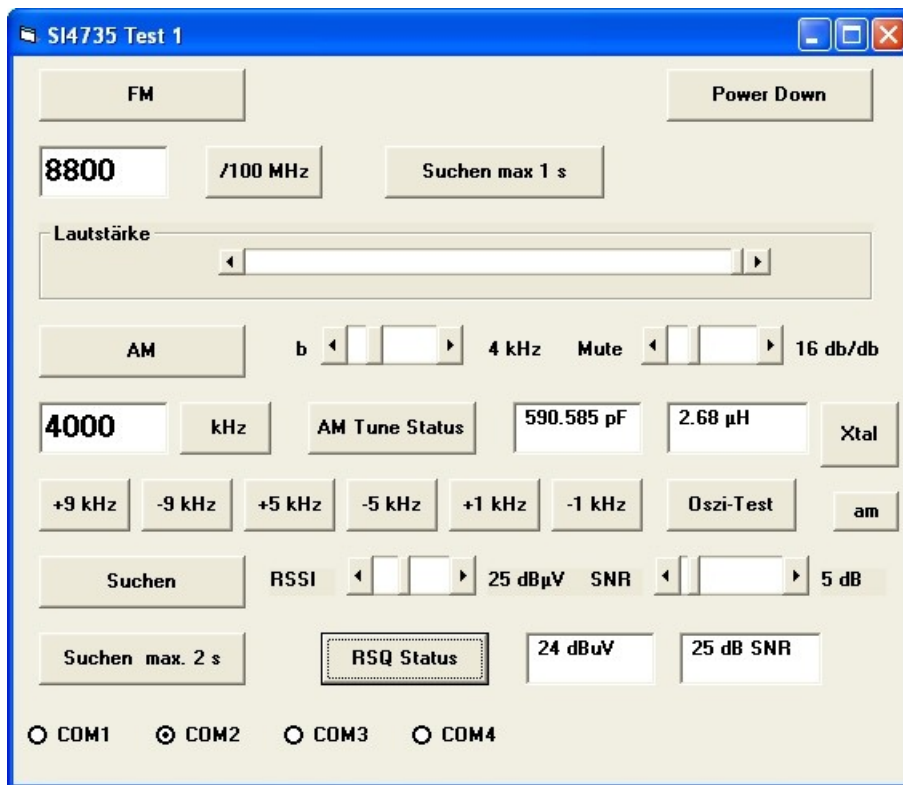
Die Software wurde für den externen Oszillator von 4 MHz angepasst. Dazu wird der Vorteiler auf 125 eingestellt, die Quarzfrequenz also intern auf 32,000 kHz heruntergeteilt. Außerdem teilt man dem IC mit, dass es nun mit 32,000 kHz arbeiten soll.

Download der 4-MHz-Version: [SI4735Test2.zip](#) (43 KB neu 30.3.09)

Software-Funktionen



Der SI4735 verfügt über so viele Funktionen, dass man sie kaum vollständig in einem Programm austesten kann. Die VB-Software wurde aber im AM-Bereich erweitert, sodass auch besondere Einstellungen und erweiterte Anzeigen möglich sind. Das Bild zeigt den Empfang auf 4000 kHz. Dabei handelt es sich um einen Selbsttest. Der Empfänger hört ohne eine externe Antenne seinen eigenen Quarzoszillator ab. Es erscheint ein unmoduliertes Signal mit 24 dBuV (ca. 16 μ V am Antenneneingang) mit hohem Störabstand von 25 dB (Grenze der Anzeige). Der interne Abstimmkondensator hat sich auf den höchsten Wert von 590 pF eingestellt. Aus der Frequenz und der Kapazität wird die Induktivität der Eingangsspule berechnet. Man hat also hier so ganz nebenbei auch ein Induktivitätsmessgerät.



Download [SI4735Test3.zip](#) (mit USB-Treiber, 1775 KB)

Der Anwender kann die Filterbandbreite in weiten Grenzen einstellen. Die Grundeinstellung ist 2 kHz. Gemeint ist +/-2 kHz plus Flankenbreite, die nicht extrem steil sind (mit SDRadio gemessen). Das entspricht etwa einem 6-kHz-Keramikfilter, also was in AM-Radios normal ist. Die Einstellung 3 kHz wäre fast schon überbreit und führt zu mehr Rauschen.

Interessant ist auch die Mute-Einstellung. Der Chip verfügt über eine Soft-Mute-Funktion. Ein Signal mit fallendem SNR wird in seiner Lautstärke weich herunter geregelt, sodass weniger unangenehme Nebengeräusche entstehen. Bei sehr starkem Fading oder bei schwachen Stationen auf Kurzwelle kann das jedoch auch stören, dann regelt man die Abschwächung besser zurück.

Der Suchlauf reagiert nicht nur auf die Signalstärke sondern auch auf das gemessene SNR einer Station. Beide Grenzwerte können angegeben werden. Man bestimmt damit ob der Suchlauf nur bei kräftigen Signalen oder auch bei schwachen Stationen stoppen soll.

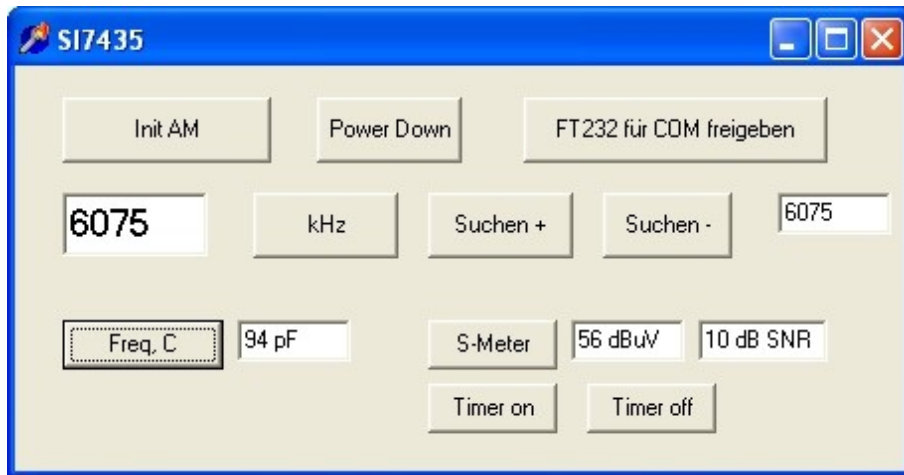
USB 1.1 oder USB 2.0

Vor dem ersten Anschluss des Geräts muss der FTDI-Treiber installiert werden. Rufen Sie das Programm CDM 2.04.06.exe auf, das sich im VB-Archiv befindet, falls nicht vorher schon ein FTDI installiert war. Der Chip kann sich danach mit einer hohen COM-Nummer anmelden. Stellen Sie die Schnittstelle mit dem Hardware-Manager auf z.B.COM2 um.

Bei einigen PCs gab es ein Problem mit der AM-Initialisierung. Als Ursache wurde die USB-Übertragung gefunden: Der FT232R kann sich je nach PC als USB1.1 Low-speed-Gerät oder als USB2.0 Full-speed-Gerät anmelden. In der langsamen Variante braucht jede Pegeländerung an den Leitungen DTR und RTS 3ms. Der AM-Initialisierungsbefehl des SI4735 besitzt jedoch ein Timeout. Deshalb konnten die vorhandenen Programmbeispiele zwar den FM-Modus einschalten, nicht aber den AM-Modus.

Ein Test der aktuellen USB-Geschwindigkeit findet sich hier: [USB 1.1 oder USB2.0](#)

Inzwischen gibt es eine Lösung: Ein zweites Projekt in Delphi steuert den FT232R im Bit Bang Modus an, genau wie beim Elektor-SDR. Damit ergibt sich die gleiche hohe Geschwindigkeit auch im USB1.1-Modus.



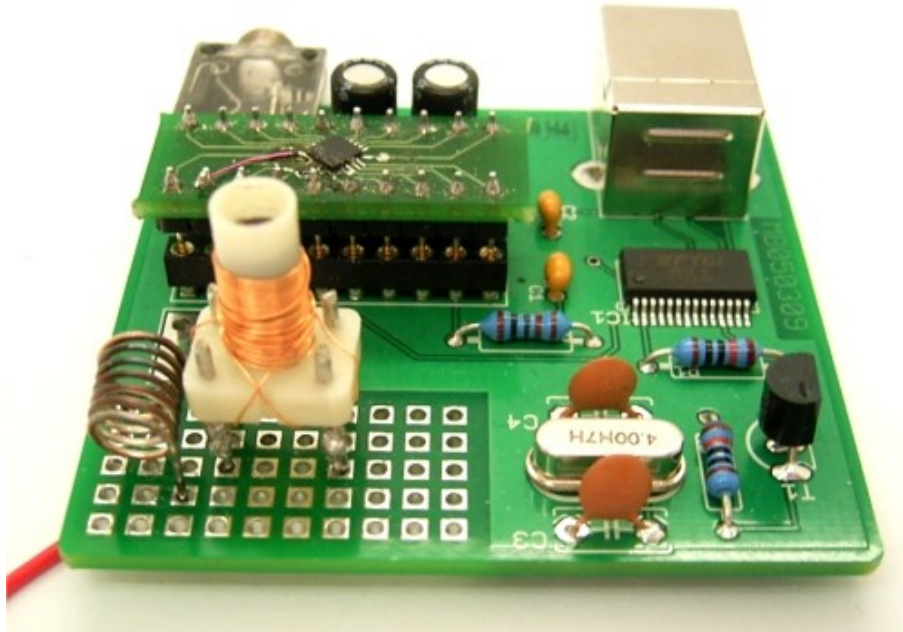
Download [SI4735Delphi.zip](#) (686 KB)

Die Delphi-Software beschränkt sich bislang auf den AM-Modus. Es wurde eine erweiterte Suchfunktion eingebaut. Das Bild zeigt den Empfang auf 6075 kHz. Der Abstimmkondensator hat sich auf 94 pF eingestellt. Das S-Meter zeigt an einer 50 cm kurzen Antenne bereits 56 dBuV (ca. 600 μ V).

Die Schaltfläche "FT232 für COM freigeben" schaltet den USB-Chip wieder in den UART-Modus um. Danach kann die VB-Software gestartet werden um weitere Funktionen zu testen. Auf diese Weise kann die AM-Intialisierung im Delphi-Programm ausgeführt werden, womit man das USB1.1-Problem der VB-Software übergeht.

Wenn "Timer on" gewählt wird, zeigt das Programm auch während eines Suchlaufs laufend die aktuelle Frequenz und das S-Meter.

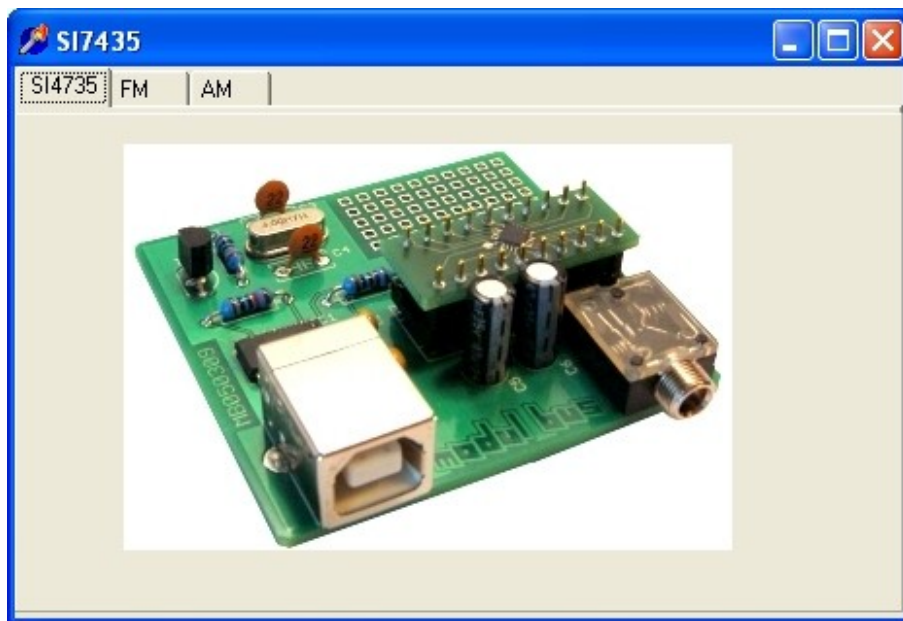
SI4735 Antennenspulen



Der SI4735 besitzt getrennte Antenneneingänge für AM und FM. Es gibt unterschiedliche Methoden Antennen anzukoppeln. Im ersten Versuch wurde eine FM-Luftspule und eine KW-Spule in Reihe geschaltet. Der breitbandige FM- Eingang hat einen Eingangswiderstand von 4 k Ω und eine Eingangskapazität von 5 pF. Die FM-Spule kann z.B. 4,7 μ H haben, es reicht aber auch eine Luftspule mit 7 Windungen und 5 mm Durchmesser (ca. 0,2 μ H) wie im Foto. Die Kurzwellenspule mit 30 Windungen hatte ca. 8 μ H. Für die oberen Bänder ist 3 μ H besser geeignet. Beide Eingänge dürfen ohne Koppelkondensator angeschlossen werden.

Der AM-Eingang ist hochohmig und für den Anschluss eines Resonanzkreises ausgelegt. Er besitzt eine interne veränderliche Kapazität bis 590 pF, die beim Abstimmvorgang automatisch eingestellt wird. Ein Koppelkondensator kann verwendet werden, ist aber nach aller Erfahrung nicht zwingend notwendig.

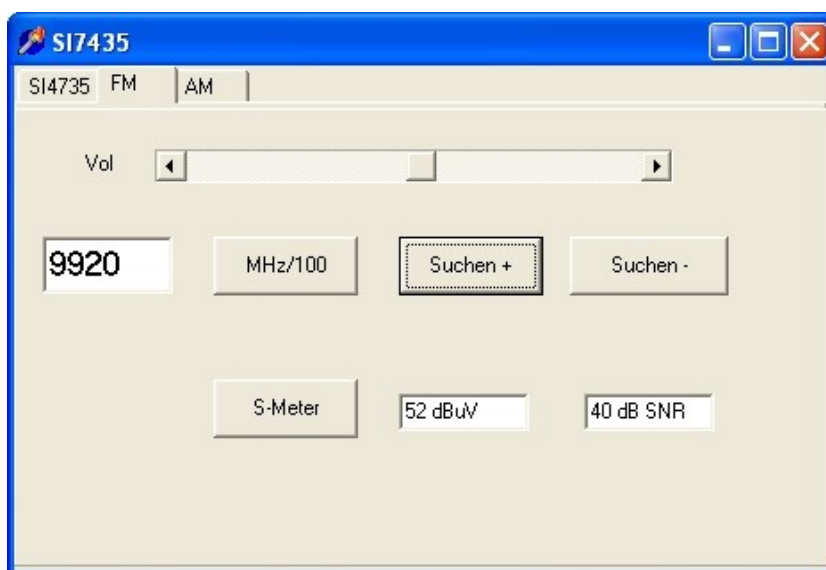
Auch das Datenblatt schlägt eine kombinierte Eingangsschaltung mit gemeinsamer Stabantenne für AM und FM vor. Bei FM-Betrieb wird der AM-Eingang intern kurzgeschlossen. Der FM-Eingang ist dann breitbandig. In Stellung AM liegt die Antenne am heißen Ende des AM-Kreises. Dessen Induktivität hängt vom gewünschten Wellenbereich ab, z.B. 3 μ H für KW, 300 μ H für MW und 2800 μ H für LW. Da die Eingangskapazität automatisch auf Resonanz abstimmt, kommt es nicht auf genaue Werte an.



Download [SI4735radio.exe](#) (update 29.4.09 SI4735radio.zip, 738 KB incl. Quelltext und USB-Treiber)

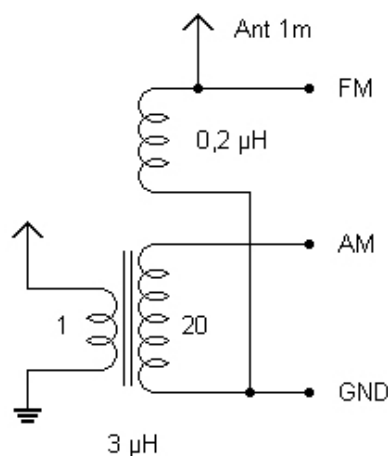
Für das Radio gibt es eine neue, einfacher zu bedienende Software, die auch mit langsamen PCs mit USB 1.1 zusammen arbeitet. Nach dem Start des Programms wählt man entweder FM oder AM. Das Radio wird dann im jeweiligen Modus initialisiert. Noch vor dem ersten Anschluss der Platine muss der FTDI-USB-Treiber installiert sein. Er ist allerdings auf vielen PCs schon vorhanden.

Neu ist, dass nun auch abwärts gesucht werden kann. Die Sendersuche endet jeweils am Bereichsende, überstreicht also z.B. 88 MHz bis 108 MHz auf UKW und 522 kHz bis 1710 kHz auf MW. LW reicht von 153 kHz bis 279 kHz., KW von 2,3 MHz bis 21,85 MHz. Zwischen den Wellenbereichen gibt es Lücken, die der Suchlauf nicht abdeckt, man kann aber beliebige Frequenzen zwischen 150 kHz und 21850 kHz manuell eingeben. Der Suchlauf kann jederzeit durch einen Klick auf den MHz/kHz-Button beendet werden. Das S-Meter und die SNR-Anzeige werden während des Suchens automatisch angezeigt und stoppen bei einem gefundenen Sender. Bei einmal eingestellter Frequenz kann man durch Klicken auf den SNR-Button die Anzeige aktualisieren.





Schon ohne eine angeschlossene Antenne kann der Empfänger mit dem eigenen Quarzoszillator getestet werden. Der Suchlauf stoppt auf 4 MHz und Vielfachen davon. Auch im UKW-Bereich findet man Signale z.B. bei 92 MHz und bei 100 MHz. Die angezeigte Signalstärke kann Hinweise auf die optimale Antennenkopplung geben. In den AM-Bereichen wird auch die automatisch eingestellte Kreiskapazität angezeigt. Damit weiß man ob die Spule im richtigen Bereich arbeitet.



Für optimalen Kurzwellenempfang ist es günstiger den AM-Kreis vom FM-Kreis zu lösen. Eine kleine Koppelspule mit nur einer oder zwei Windungen bringt eine bessere Anpassung an den hochohmigen Schwingkreis. Außerdem ergibt sich damit eine gute Entkopplung von den Störpegeln auf der PC-Masse und auf dem USB-Kabel. Das S-Meter erleichtert die Optimierung der Empfangsspule. Mit einem optimalen Eingangskreis erreicht der Empfänger auf Kurzwelle hervorragende Empfangseigenschaften. Hier lohnt es sich zu experimentieren. Das beste Ergebnis kann etwas von der verwendeten Antenne abhängen.

Auf Lang- und Mittelwelle erhält man oft mit einem Ferritstab die besseren Ergebnisse. Die folgende Eingangsschaltung enthält zwei getrennte Ferritantennen und eine Umschaltung L/M/K. Geeignete **Ferritstäbe** und **HF-Litze** findet man im Online-Shop.

