

HF Signalgenerator von 0 Hz bis 160MHz mit AD9951 und PIC 16F877

Bei der auf den folgenden Seiten folgenden Schaltung handelt es sich um eine DDS Schaltung für einen HF Generator von 0 - 160 MHz mit einem DDS IC [AD9951](#) der Firma Analog Devices und PIC 16F877 von [Mikrochip](#) als Prozessor. Die Ausgangsleistung beträgt etwa 10 dBm (gemessen habe ich zwischen 8 und 12 dBm, je nach Frequenz). Der große Vorteil des AD9951 liegt darin, dass das Ausgangssignal über einen 14 Bit DA-Wandler erzeugt wird (im Gegensatz zu seinen kleineren Brüdern), d.h. das Signal ist sehr sauber und kann direkt für TX/RX-Konzepte verwendet werden, ohne dass eine schmalbandige PLL nachgeschaltet werden muss. Nachteilig ist der doch recht hohe Stromverbrauch (ca. 200 mA bei 12 V). Das liegt aber auch an der Schaltung, da hier Linearregler verwendet werden. Ich bin gerade dabei eine zweite Variante aufzubauen, bei der erstens Schaltregler verwendet werden (wesentlich höherer Wirkungsgrad) und zweitens der verwendete Referenzoszillator mit 80 MHz durch eine PLL auf 400 MHz ersetzt wird. Das hat zwei Vorteile. Zum einen liegt der Referenztakt dann außerhalb der mit der DDS "machbaren" Frequenzen und zum anderen entfällt das Vervielfachen der Referenz innerhalb der DDS was nochmals einen Verbesserung des Signals mit sich bringt.

Die Schaltung ist auf 2 Platinen realisiert um eine gute Entkopplung zwischen dem Prozessorteil und der DDS Schaltung zu erreichen. Die DDS Platine passt von der Größe her in ein Weißblechgehäuse der Firma [Schubert](#) mit den Maßen L * B * H = 37 * 55 * 50 mm.

Die Frequenz ist über einen Drehgeber einstellbar. Dabei können Frequenzschritte zwischen 1 Hz und 10 MHz gewählt werden (über einen im Drehgeber integrierten Taster).

Zusätzlich ist es möglich zwischen 2 frei wählbaren Frequenzen mit ebenfalls wählbarer Geschwindigkeit und Raster zu wobbeln. Das Wobbeln kann entweder einmal oder in einer Schleife dauernd wiederkehrend erfolgen. Beim Erreichen der oberen Frequenz während eines Wobbeldurchgangs ist es weiterhin möglich eine zusätzliche Wartezeit einzustellen (wobei eine Frequenz von 0 Hz ausgegeben wird) bevor wieder mit der Startfrequenz begonnen wird. Dies kann z.B. beim Ausmessen von Filtern günstig sein, da dann die Filter eine "Erholpause" erhalten.

Im Gegensatz zu mehreren anderen Sourcecodes die ich angeschaut habe (dort wird häufig ein fixer Wert verwendet um eine Frequenzänderung zu ermöglichen), berechnet der Prozessor wirklich jede Frequenz über die im Datenblatt des AD9951 angegebene Formel, d.h. es ergibt sich bei keiner Frequenz ein Fehler größer als ein Bit, was in etwa 1/10 Hz entspricht. Dazu war es notwendig praktisch alle externen Kommandos intern als BCD Format zu verarbeiten und anschließend entsprechend zu wandeln. Daraus ergibt sich ein doch etwas umfangreicherer Sourcecode, so dass ein PIC16F877 verwendet werden muss. Der Drehgeber sollte nicht mehr als 30 Rastungen pro Umdrehung besitzen, da der Prozessor nur mit 4 MHz getaktet wird und es daher zu erwarten ist, dass sich bei einem schnellen Drehen der Prozessor "verschluckt". Soll ein Drehgeber mit mehr Rastungen verwendet werden, ist ein PIC mit 20 MHz Quarz zu verwenden. Es müssen aber dann alle Pausen im Programm entsprechend geändert werden und die 2 Kondensatoren am Quarz des PIC auf 15pF verringert werden. .

Der AD9951 hat nur einen Pin-Abstand von 0.5 mm. Das erfordert schon sehr "feinfühliges" Arbeiten. Außerdem muss er auch noch auf der Unterseite auf Masse gelötet werden, d.h. es ist unbedingt eine durchkontaktierte Platine zu verwenden.

Bedienungsanleitung



Bild 1

Taster drücken und anschließend Versorgungsspannung einschalten, Taster loslassen. Beim Drehen des Drehgebers verändert sich intern der Berechnungsfaktor zur Bestimmung der Frequenz. Damit können abweichende Frequenzen des Referenzoszillators kompensiert werden. Der DDS muss an einen Frequenzzähler angeschlossen sein. Nochmaliges kurzes Drücken des Tasters: Der Kalibriermodus wird verlassen und die neuen Werte ins interne EEPROM des PIC16F877 geschrieben.



Bild 2

Frequenzanzeige nach dem Verlassen des Kalibriermodus oder nach "normalem" Einschalten des Bausteins. Die Anzeige der Einheit erfolgt automatisch in MHz, KHz oder Hz (je nach Frequenzbereich). Durch Drehen am Drehgeber wird die Frequenz verändert. Kurzes Drücken des Tasters: Punkt "Abstimmsschritte" wird aufgerufen (Bild 3). Langes Drücken des Tasters: Punkt "Wobbeln" wird aufgerufen (Bild 4).



Bild 3

Die Abstimmsschritte können mit dem Drehgeber verändert werden (1Hz, 10Hz, 100Hz, 1KHz, 10KHz, 100KHz, 1MHz, 10MHz). Kurzes Drücken des Tasters: Zurück zur Frequenzanzeige (Bild 2).



Bild 4

Nach Loslassen des Tasters erscheint die Startfrequenz (Bild 5).



Bild 5

Die Startfrequenz kann mit dem Drehgeber verändert werden. Kurzes Drücken des Tasters : die Abstimmschrittweite kann verändert werden (wie bei der normalen Frequenzeinstellung). Nochmaliges kurzes Drücken des Tasters: Anzeige Startfrequenz. Langes Drücken des Tasters: die Stoppfrequenz wird angezeigt (Bild 6).



Bild 6

Einstellmöglichkeiten wie bei der Startfrequenz.



Bild 7

Nach langem Drücken des Tasters beim Punkt Stoppfrequenz (Bild 6): "Wobbelschritte" erscheint. Dies sind die Schrittweiten der Frequenzänderungen beim Wobbeln. Mit dem Drehgeber können sie in 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1KHz, 10KHz, 100KHz, 1MHz und 10MHz Schritten eingestellt werden. Kurzes Drücken des Tasters: Haltezeit erscheint (Bild 8).



Bild 8

Dies ist die Zeit, wie lange jede einzelne Frequenz gehalten wird. Einstellbar sind 5mS, 10mS, 20mS, 50mS, 100mS, 200mS, 500mS und 1000mS (mit dem Drehgeber). Kurzes Drücken des Tasters: Punkt Endpause erscheint (Bild 9).



Bild 9

Wird beim Wobbeln die Endfrequenz erreicht, so gibt der DDS die Frequenz 0 Hz aus und wartet zwischen 10mS und 1000mS bis er wieder mit der Startfrequenz beginnt. Wird die Endpause auf 0mS gesetzt, so wird direkt nach der Stoppfrequenz die Startfrequenz ausgegeben. Veränderungen dieser Zeitdauer erfolgen wieder mit dem Drehgeber. Kurzes Drücken des Tasters: "Dauernd Wobbeln" erscheint (Bild 10).



Bild 10

Mit dem Drehgeber kann gewählt werden ob nur einmal von der Start- zur Stoppfrequenz gewobbeln wird, oder ob das Wobbeln dauernd erfolgen soll.

Kurzes Drücken des Tasters: "Start?" erscheint (Bild 11)



Bild 11

Es wird gewartet bis der Taster wieder gedrückt wird. In der Anzeige erscheint: "Ich wi-wa-wobble, Stopp?" (Bild 12)



Bild 12

Das Wobbeln beginnt in dem Augenblick in dem der Taster wieder losgelassen wird. Zu Beginn jeder Ausgabe der Startfrequenz wird der Pin 33, ("trigger") des PIC16F877 kurz auf +5V gesetzt und dann wieder zurückgesetzt. Dieses Signal kann als Triggersignal verwendet werden.



Bild 13

Wird während des Wobbelns entweder der Taster gedrückt oder ist bei "Einmal wobbeln" die Stoppfrequenz erreicht, so erscheint folgende Anzeige "Nochmal wobbeln".

Ein kurzer Druck auf den Taster erlaubt dann mit dem Drehgeber nachfolgende Einstellungen (Bild 14):



Bild 14

"Nein", "Ja, mit neuen Einstellungen" oder "Ja, mit alten Einstellungen".

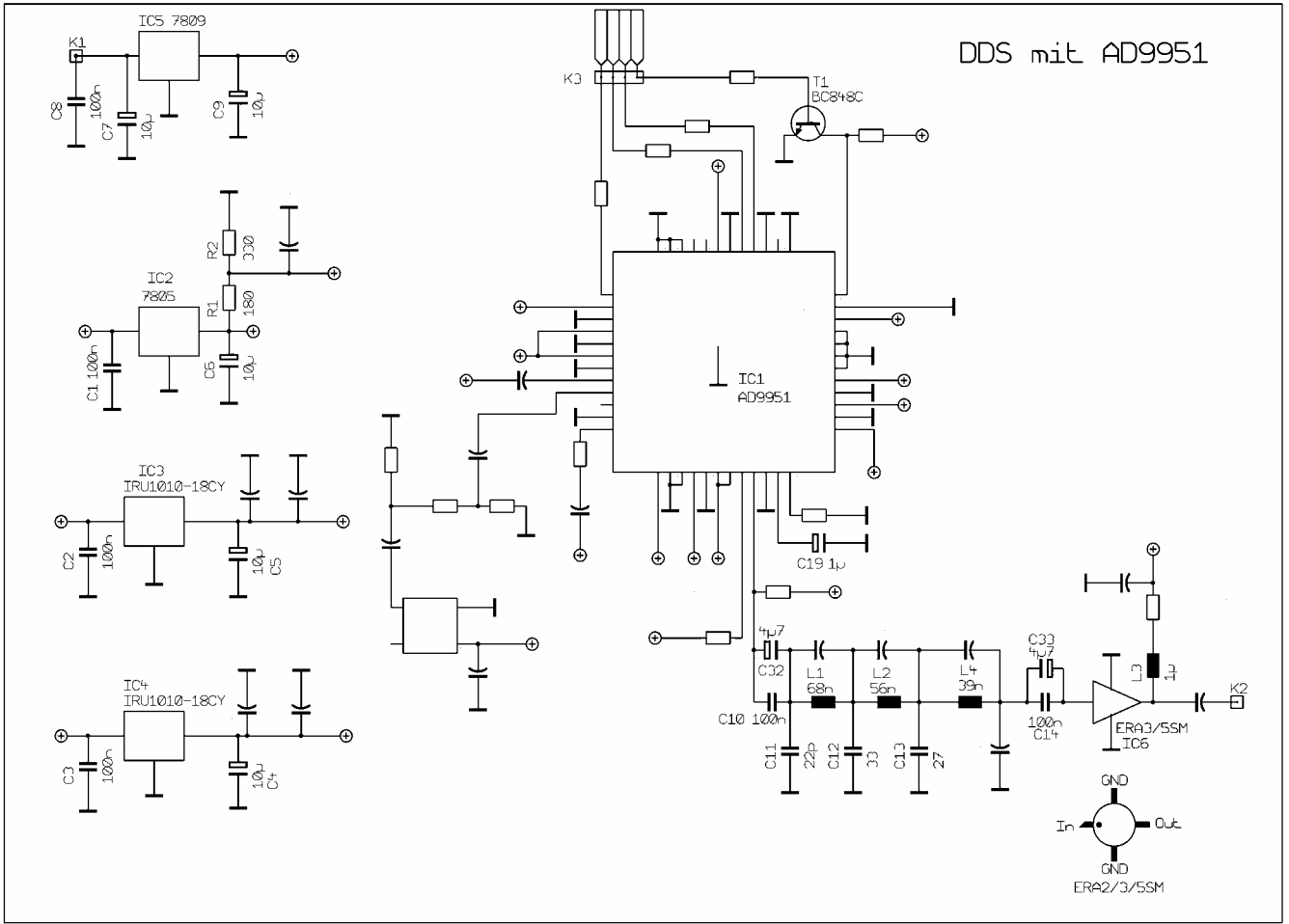
Ein weiterer kurzer Tastendruck übernimmt dann die gewählte Variante.

Bei "Nein": Es wird zurück ins Hauptprogramm gesprungen (Bild 2).

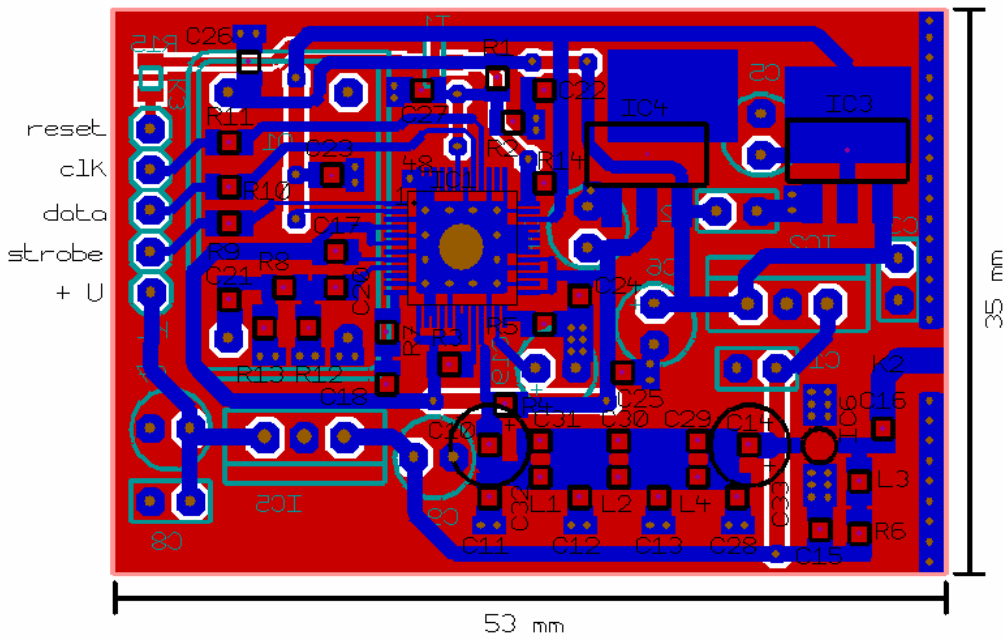
Bei "Ja, mit neuen Einstellungen" wird zur Startfrequenz gesprungen (Bild 5).

Bei "Ja, mit alten Einstellungen" wird nach "Start?" (Bild 11) gesprungen.

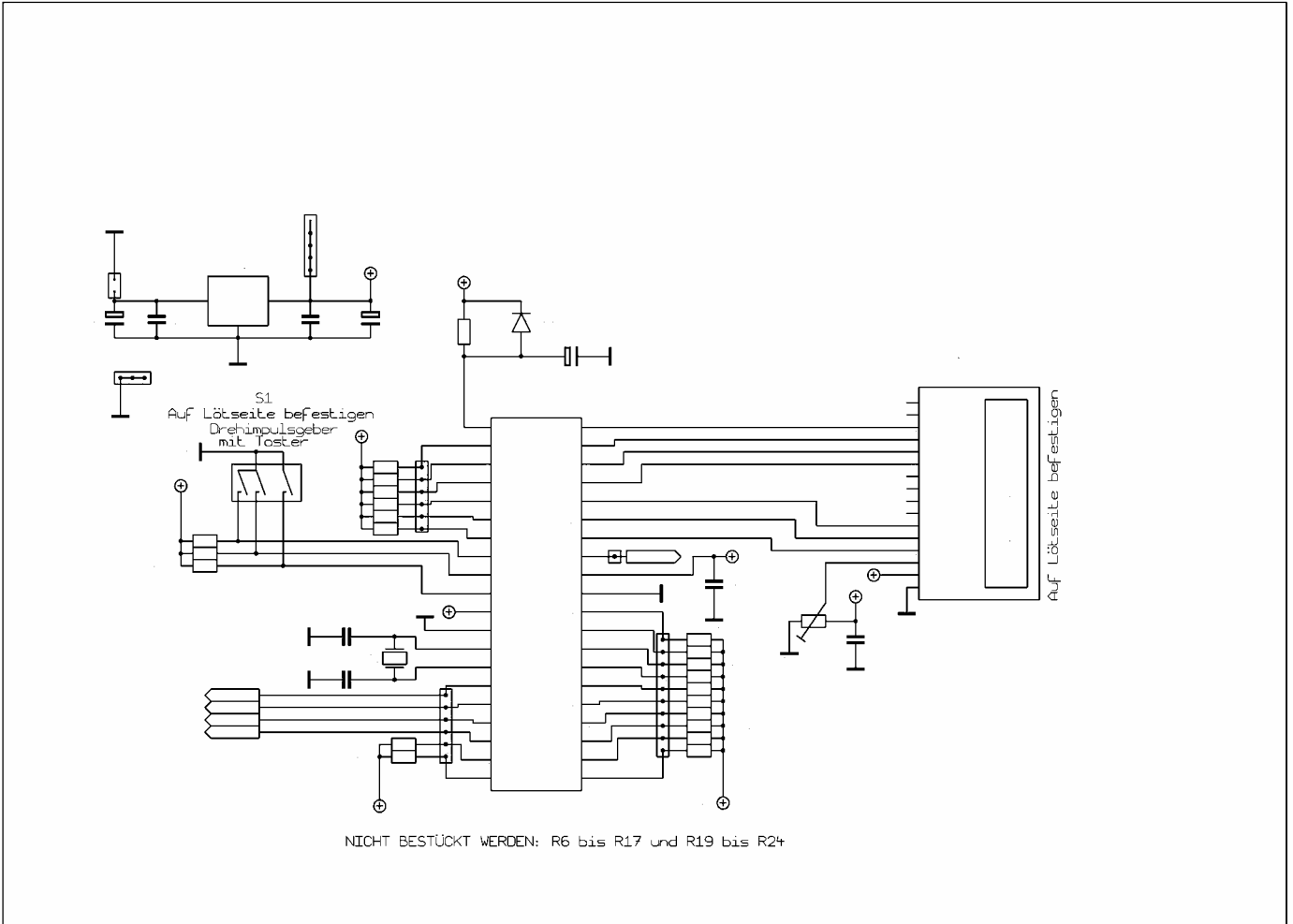
Schaltplan DDS



Platine DDS



Schaltplan Steuerteil



Platine Steuerteil

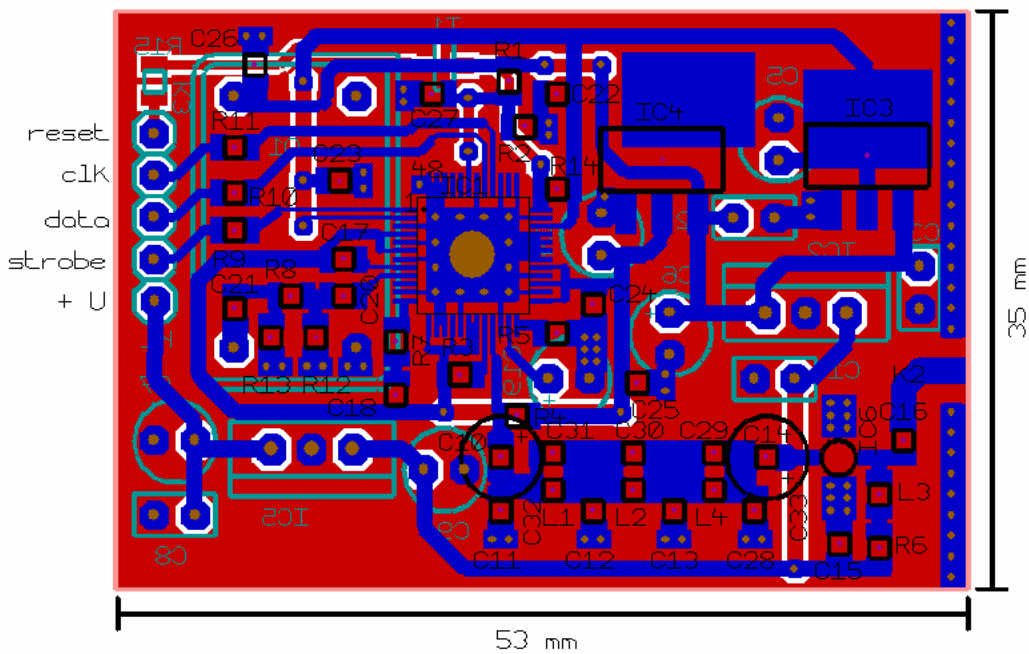


Foto DDS (von oben)

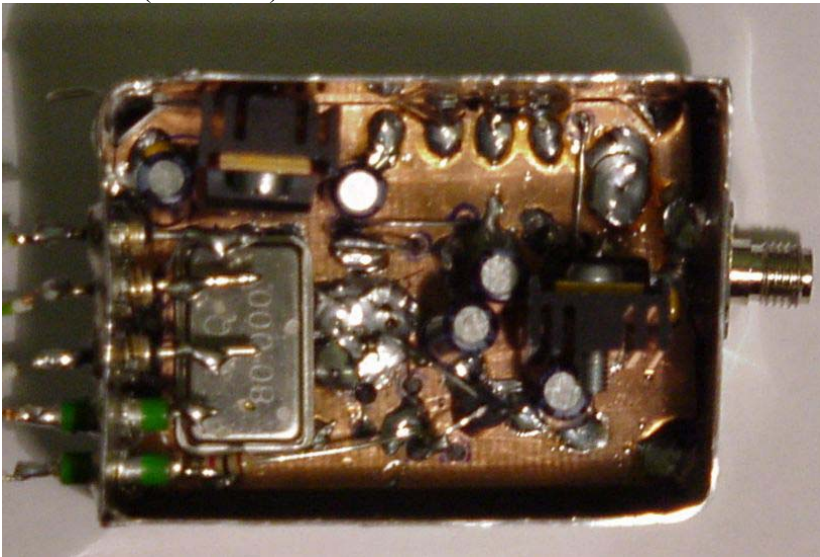


Foto DDS (von unten)

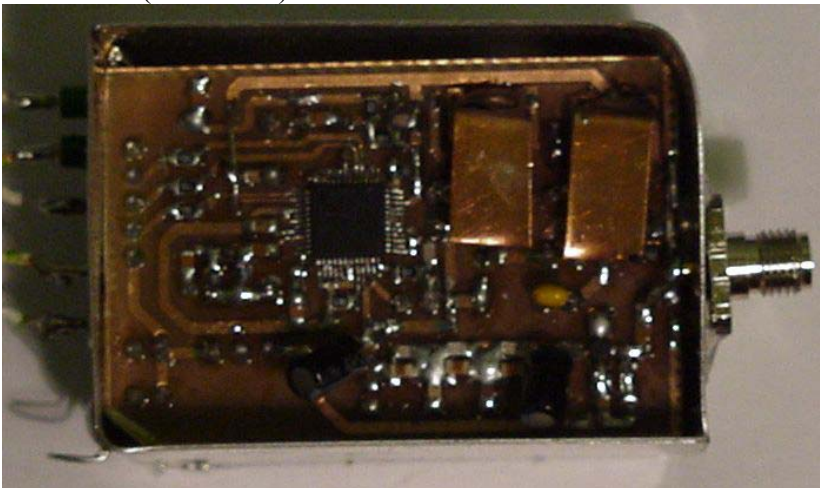
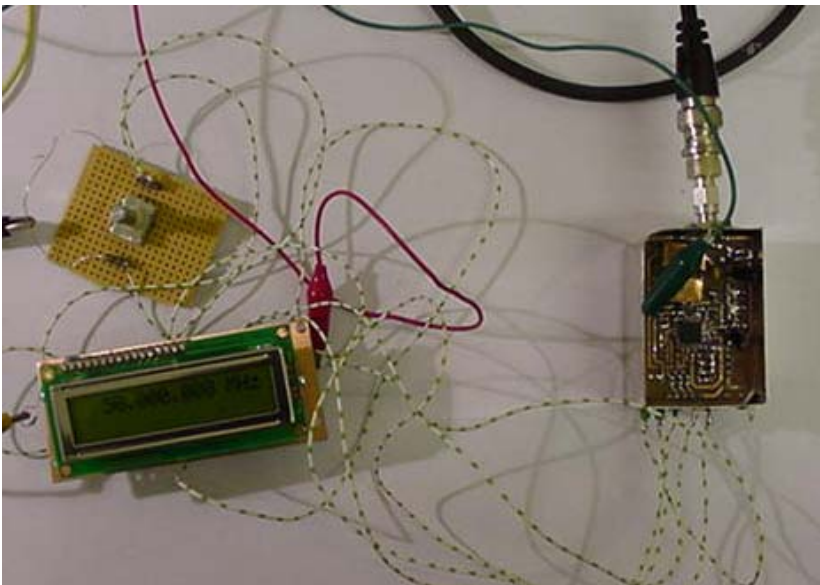
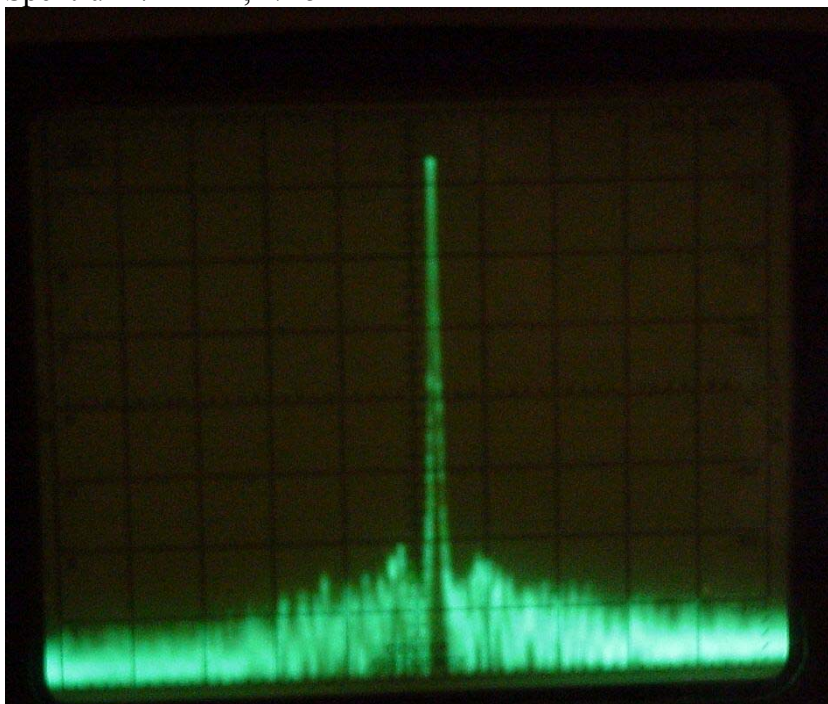


Foto Probeaufbau



Spektrum 72 MHz, +/- 5 MHz



Signal mit 5 MHz

