

Ein 10-GHz-LINK-TX

Volker Winterscheid, DF7IT, Obertorstr. 7, 69469 Weinheim

1. Konzept

Es wird eine Sendebaugruppe beschrieben, die zusammen mit einem umgebauten LNC, einem Duplexfilter und einem Satelliten-TV-Receiver den Aufbau einer Linkstrecke im 10-GHz-Band ermöglicht.

Die gesamte TX-Einheit ist auf zwei Platinen realisiert. Die kleinere der beiden Platinen (LINKLITE) trägt den eigentlichen HF-Teil mit Oszillator, PLL und 8-dBm-„PA“. Die größere Platine (PIC) programmiert die PLL und erzeugt die notwendigen Spannungen aus der Eingangsspannung von 12V.

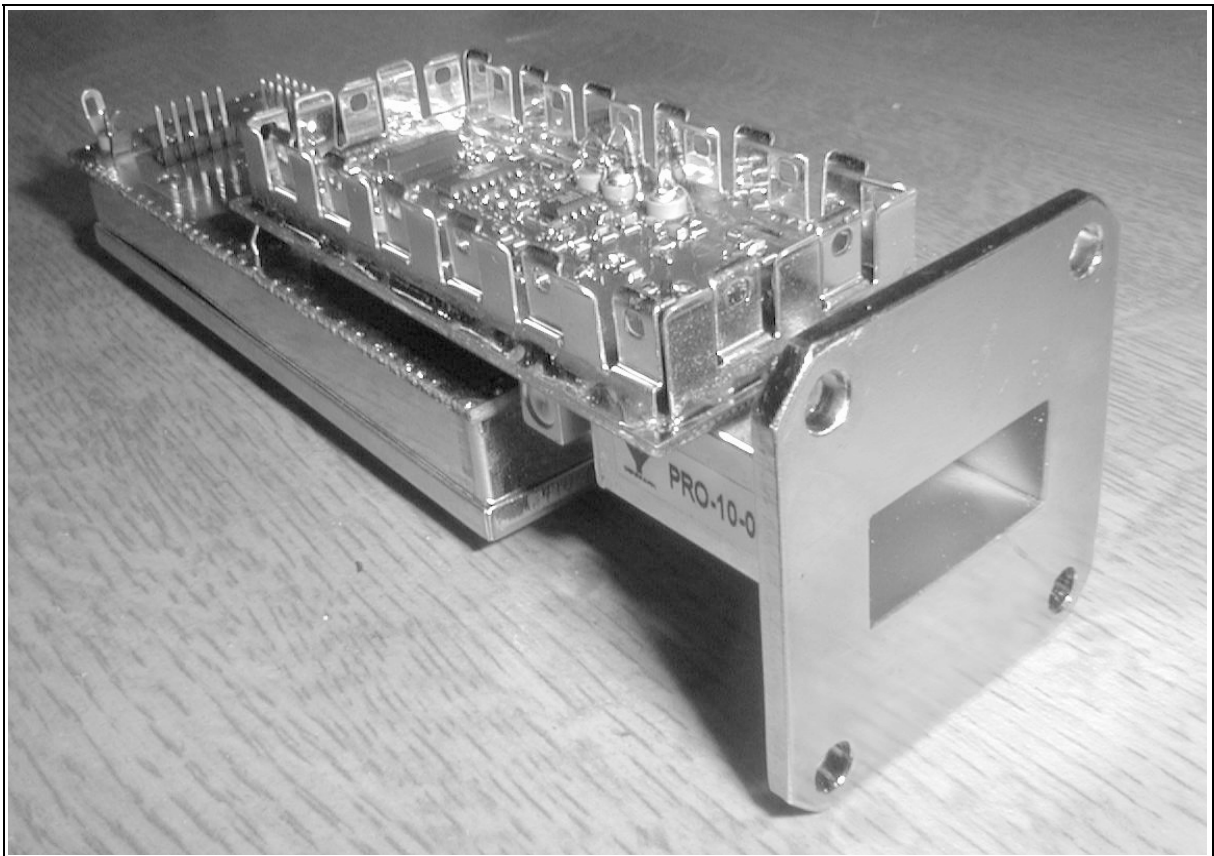


Bild 1 Photo der zusammenmontierten Baugruppen mit Hohlleiterübergang

2. Funktionsbeschreibung

2.1 HF-Teil mit PLL

Der VCO mit T100 (BFP520, Bild 4) liefert sein Ausgangssignal an einen resistiven Leistungsteiler. Ein Teil des Signals wird zur PLL (Bild 3) zurückgeleitet, der andere Teil wird

über einen gedruckten Fingerkondensator für 10GHz (ICAP) dem Oszillatorpuffer U100 (ERA3) zugeführt. Die nachfolgende „Endstufe“ U500 (BFP420) liefert dann bei den 5GHz ca. 13dBm, und die Oberwelle bei 10GHz hat mehr als 5dBm. Um die 5GHz von der Antenne fernzuhalten, wird in einen Holverteiler eingekoppelt, der mit seiner unteren Cut-off-Frequenz von ca. 7GHz einen hervorragenden Hochpaß darstellt.

In der PLL-Schleife wird das 5-GHz-Signal einem durch-2-Teiler (U300, SP8902) zugeführt, der dann das Signal bei 2,5GHz dem eigentlichen PLL-IC (U400,SP5659) übergibt. Der Baustein SP5659 ist eine neue PLL für DAB-Rundfunkempfänger [1] und hat eine große Auswahl von programmierbaren Teilverhältnissen und Ladungspumpenströmen. Hier wird ein besonderes Feature dieser PLL verwendet: das bis zur Vergleichsfrequenz (50kHz) heruntergeteilte 5-GHz-HF-Signal wird nach nochmaliger Teilung durch 2 am Port O ausgegeben. Der PIC-Controller zählt dieses Signal dann aus und kann so feststellen, ob alles in Ordnung ist. Die PLL hat zwar auch ein LOCK-FLAG, welches man über den IIC-Bus auslesen kann, jedoch meldet es z.B. auch dann „locked“, wenn der 16-MHz-Quarzoszillator nicht schwingt.

Der Ausgang der Ladungspumpe wird auf PIN 1 dem Loopfilter zugeführt. Es ist so ausgelegt, daß auch Video-Modulation möglich ist.

In den meisten Veröffentlichungen von ATV-Sendern wird die Modulation über einen Elko auf die Abstimmspannung gekoppelt. Es ist der einfachste Weg, man handelt sich aber Einschränkungen bei der Wahl der Loopfilterwerte und damit in der Stabilität der Regelschleife ein. Ich habe einen anderen Weg gewählt: eine der Varicaps wird von der HF-Masseseite her beeinflusst. Vorteile dieser Konfiguration:

- der Basisbandeingang ist mit 75Ω abgeschlossen; somit kann das Basisbandkoaxkabel auch 50m und länger sein;
- der Basisbandeingang ist gleichspannungsgekoppelt, so daß die untere Grenzfrequenz der Modulation nur durch die PLL- Loopfilterbandbreite festgelegt wird.

Der Nachteil bei Videoübertragung: das Videosignal muß erst invertiert werden, damit es auf der RX-Seite normgerecht ankommt. In der Linkanwendung spielt das aber keine Rolle.

2.2 Mikrocontrollerbaugruppe

Das Herz der PIC-Platine (Bild 5, Bild 6) ist der PIC 16F84 (U950). Das Programm stammt von DH2VA, so daß ich nur einen kurzen Abriß der Funktion gebe.

Nach dem Power-Up liest der PIC die Ports RB0 bis RB4 und holt sich dann aus einem LOOK-UP-Table die entsprechenden Daten zur Programmierung der PLL. PIN2 (RA3) wird eingeschaltet, und T954 schaltet dann die LM317-Regler. Der PIC sendet dann die Daten zur PLL. Die erfolgreiche Programmierung wird durch die ACK-LED (D950) angezeigt (kurzes Aufblitzen). Dann vergleicht der PIC die 25kHz der PLL mit seinem 4-MHz-Quarz. Stimmt das Ergebnis, ist alles OK, ansonsten legt er RA3 wieder für ca. 0,5 Sekunden auf LOW (D951 leuchtet) und ein neuer Programmiersversuch wird gestartet.

Da man die LED später nicht sieht (ist ja auf dem Mast...), muß man im Shack die Stromaufnahme der Schaltung überprüfen; wenn sie konstant 250mA beträgt, ist alles ok. Falls der Strom zwischen 5mA und 250mA pulst, ist etwas faul. Zur Realisierung eines Strom-„Watch-

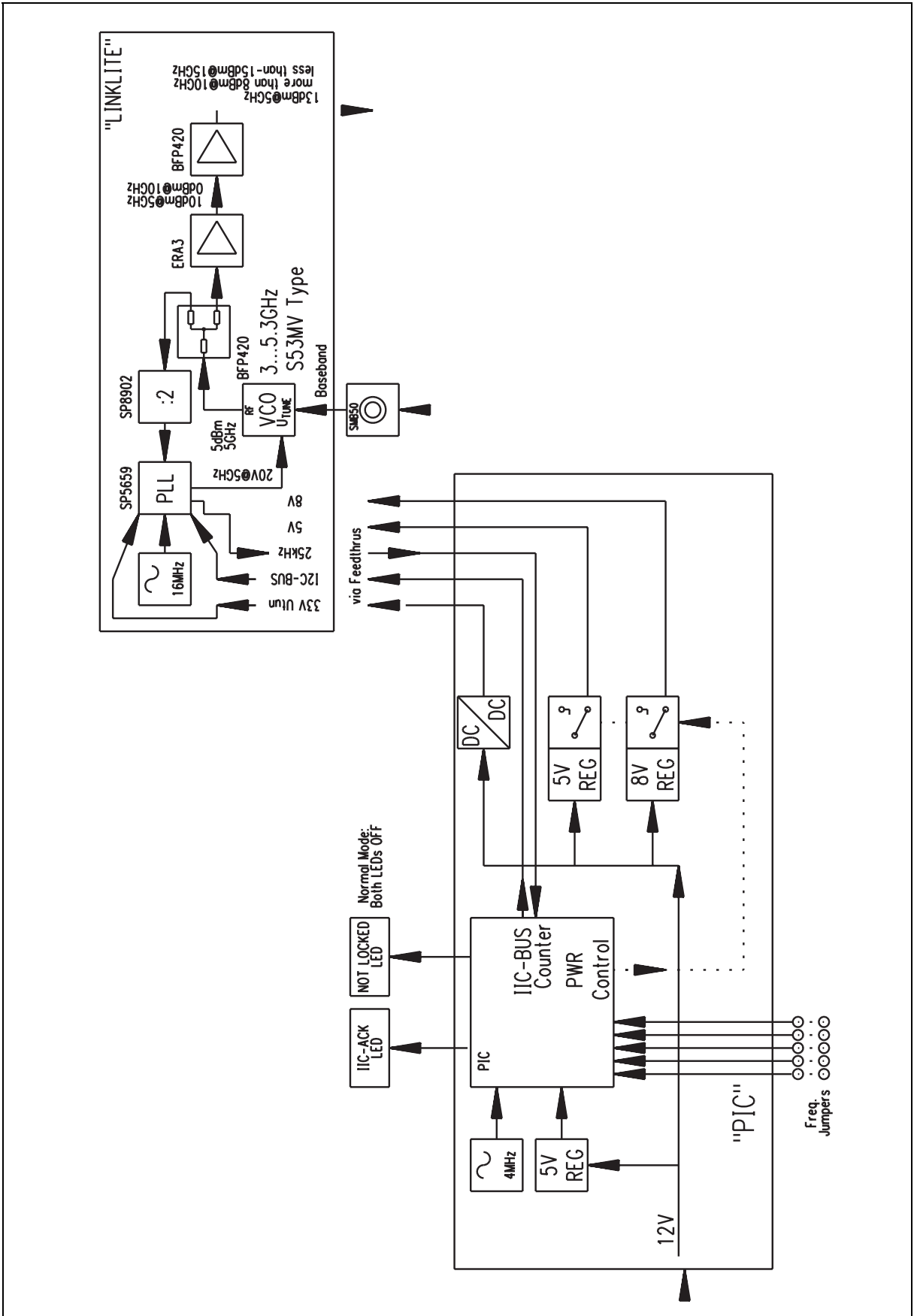


Bild 2 Blockschaltbild

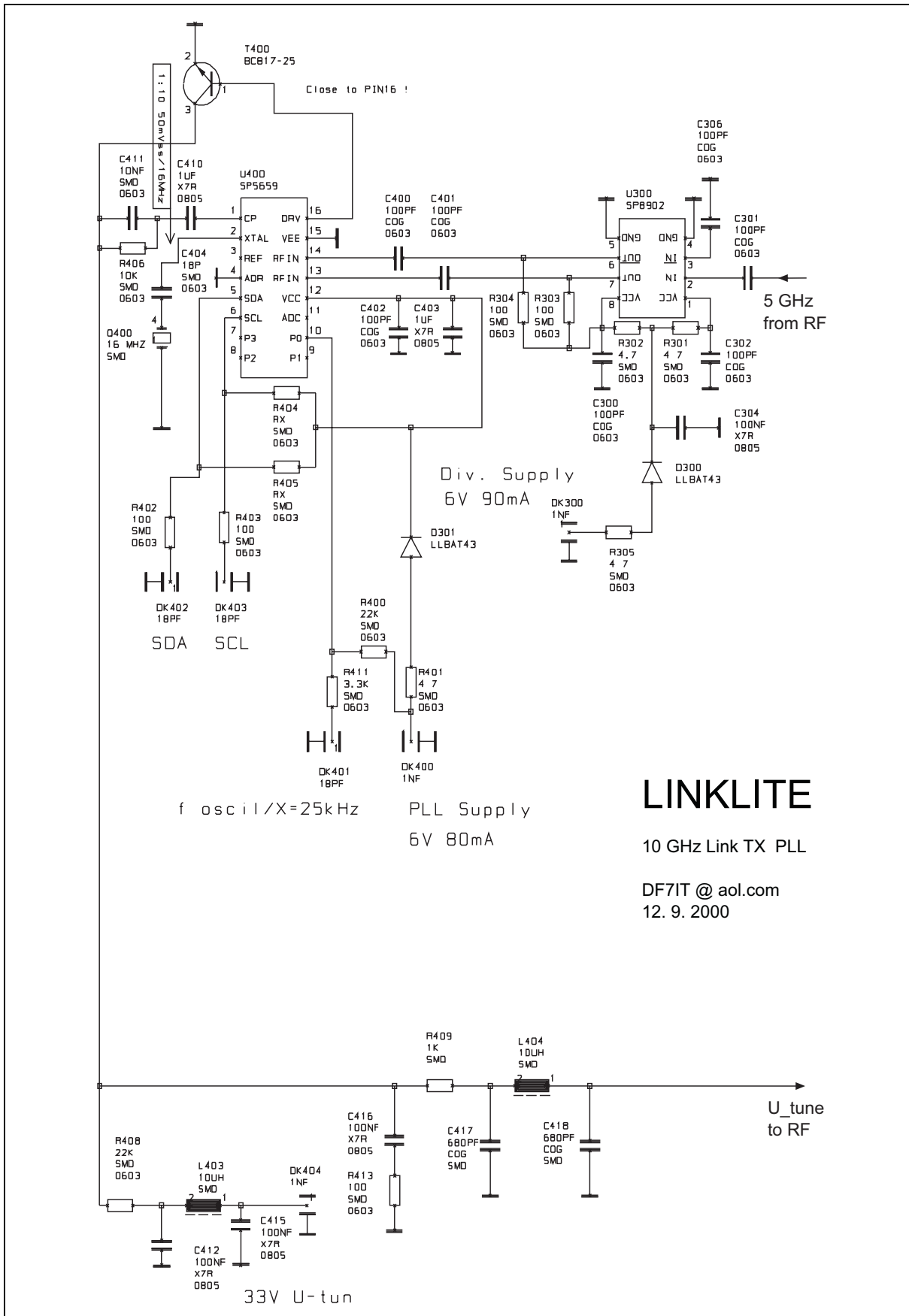


Bild 3 Schaltbild des PLL-Teils

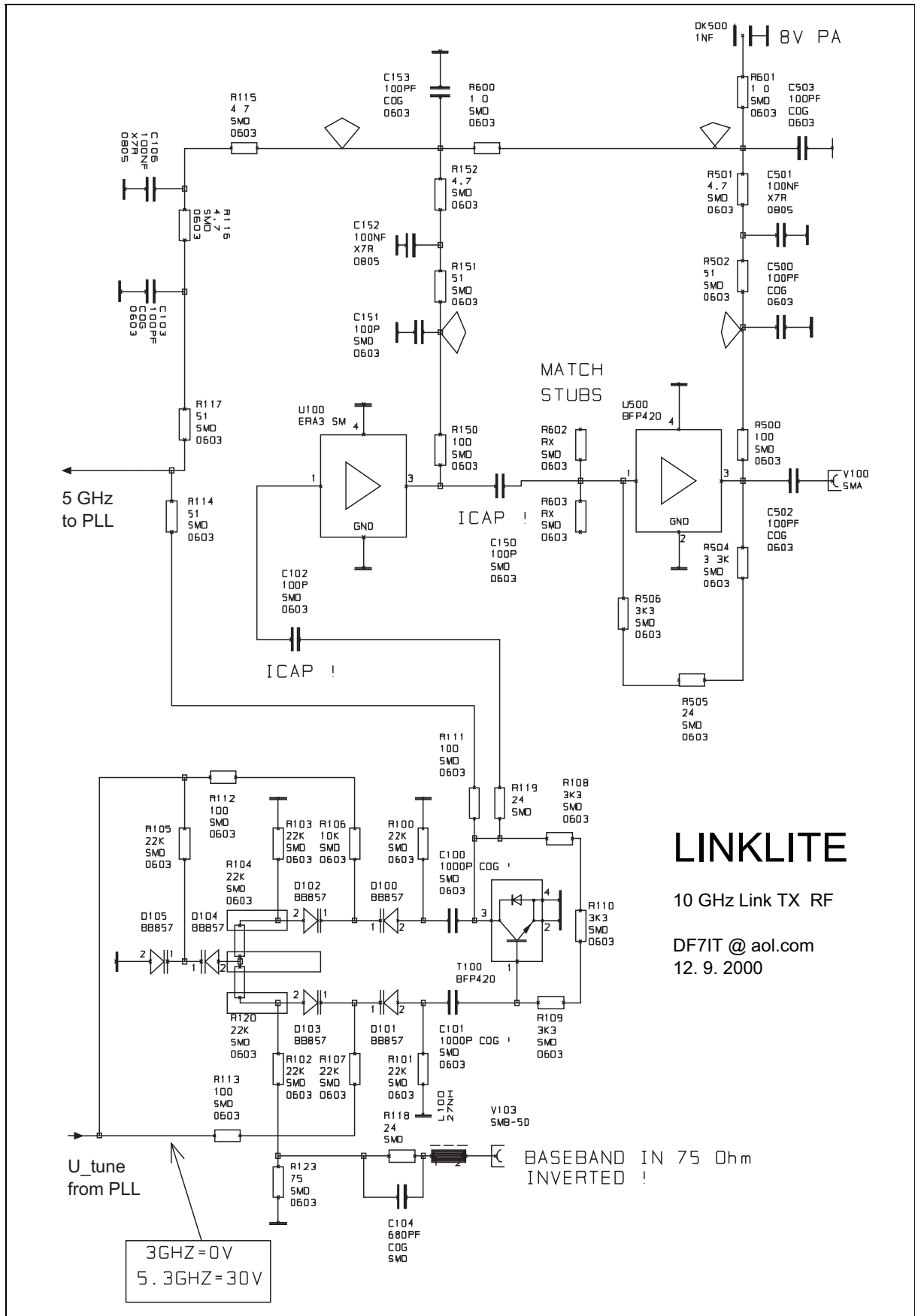


Bild 4 Schaltbild des HF-Teils

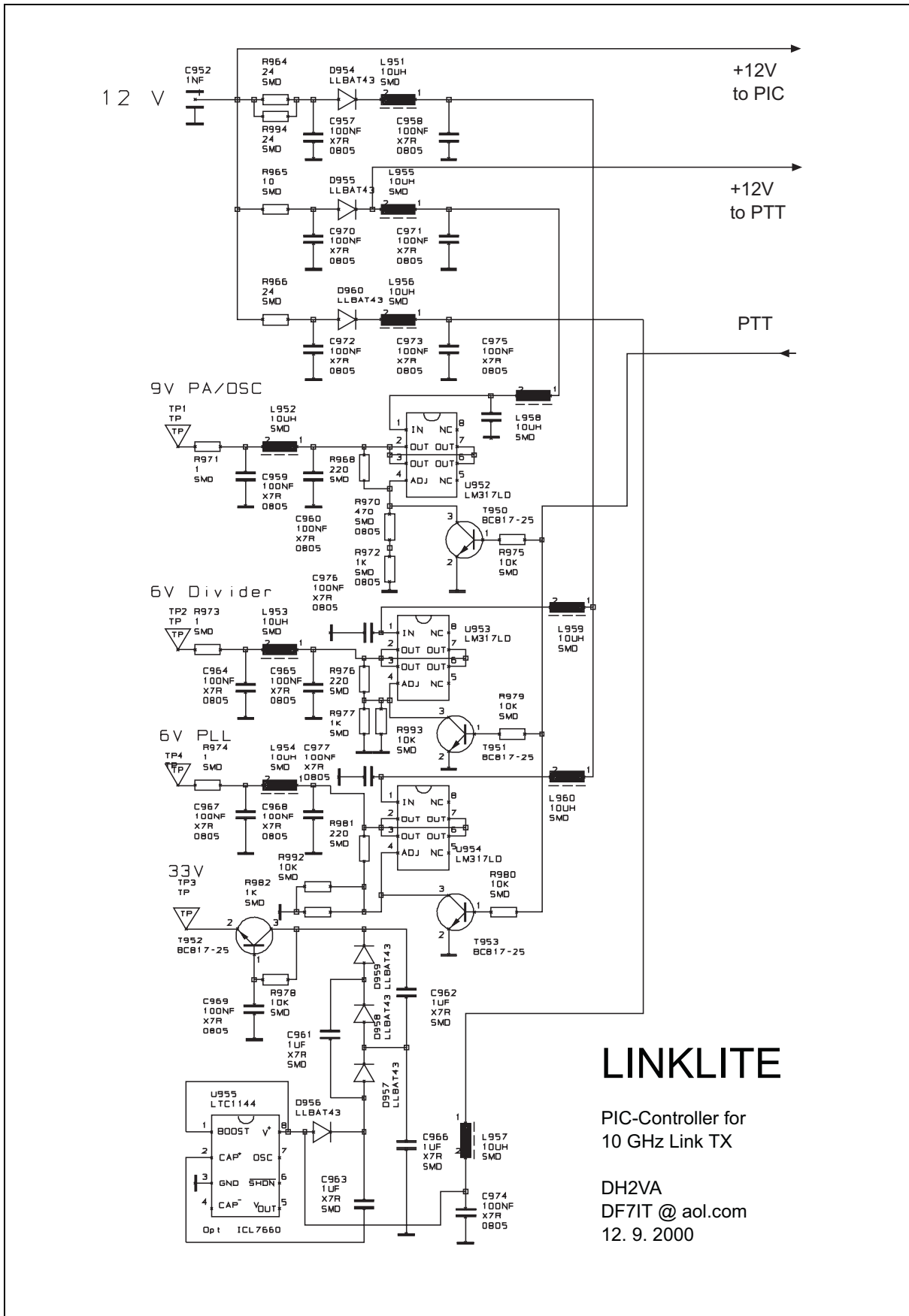


Bild 5 Schaltbild der Mikrocontroller-Baugruppe (Teil 1)

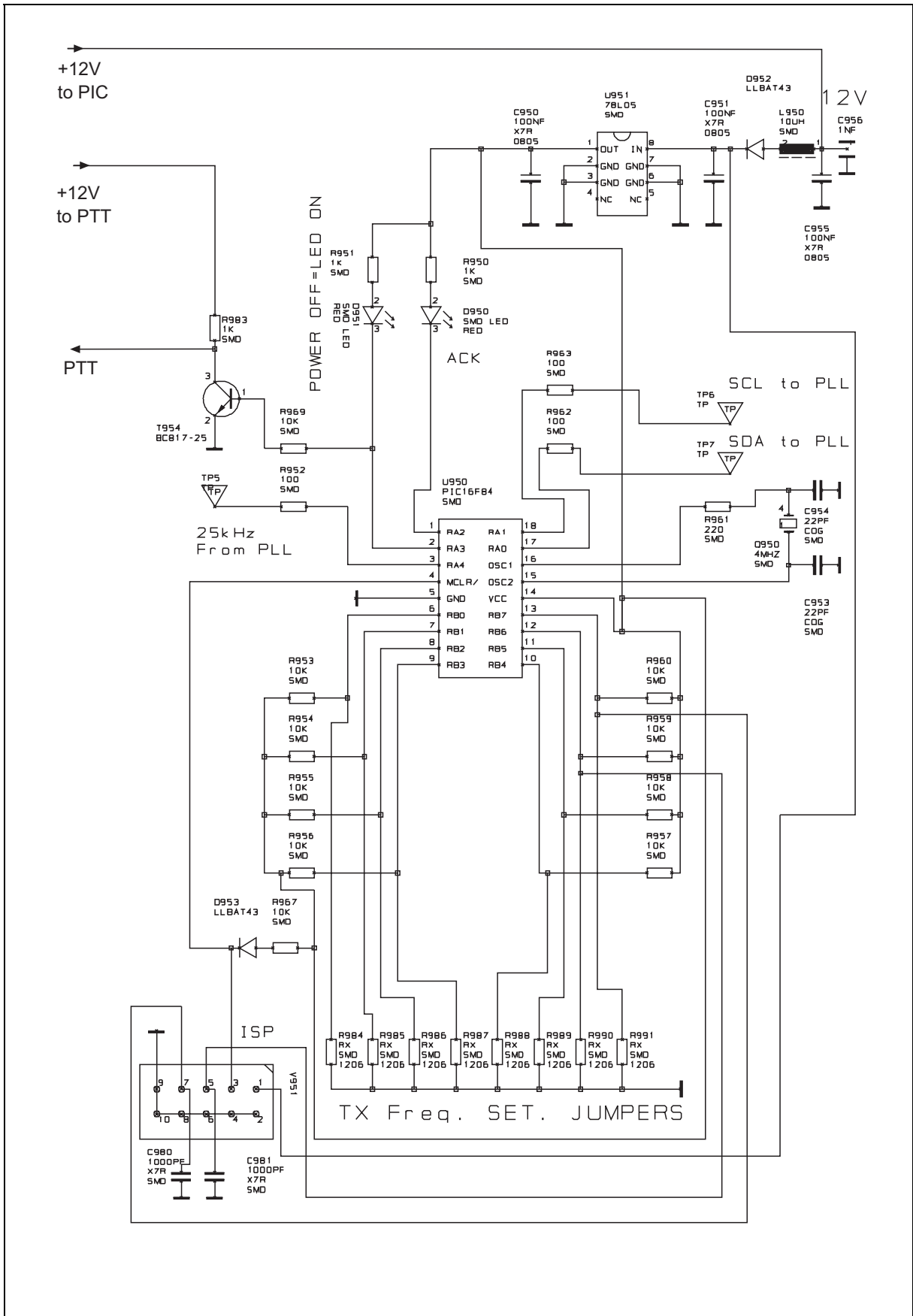


Bild 6 Schaltbild der Mikrocontroller-Baugruppe (Teil 2)

dog“ fürs Shack habe ich mir noch keine Gedanken gemacht. Es sollte aber kein Problem darstellen, eine entsprechende Schaltung zu entwickeln.

3. Ergebnisse

Ein erfolgreicher „Full duplex“-Test, allerdings in ATV, wurde im August 2000 durchgeführt (Bild 7). Über eine Entfernung von 44km war rauschfreies „Bildtelefon“ möglich.

Der LinkTX koppelt von oben in den 22-mm-Rundhulleiter ein, während das RX-LNC auf der anderen Polarisations Ebene durch einen Dreikreis-Bandfilter vor der Sendeleistung des TX geschützt wird. Die Weitabselektion (in 250MHz Abstand) zusammen mit der Polarisationsentkopplung würde bis etwa 50mW Sendeleistung zulassen. Bei der Gegenstation war die ganze Anordnung natürlich um 90Grad gedreht montiert.

Der Vorläufer dieser Linkstrecke war Ende 1999 für ein paar Monate in Betrieb gewesen. Als Interface zum RMNC braucht man noch einen Modulator, der das leidige Problem mit den DC-Anteilen im Datensignal behebt. Dazu kann man entweder Manchester-Kodierung oder unseren „Audio“- (2..4MHz)-FSK-Modulator verwenden, der es ermöglicht, einfach mal von einer 23-cm-Linkstrecke umzustecken, ohne etwas am RMNC zu ändern. Auf der RX Seite kommt ein ATV-LNC und ein SAT-Receiver zum Einsatz. Bei Manchester-Kodierung kommt das Datensignal direkt aus der SCART-Buchse des Receivers, für die Subcarrier-FSK muß man einen 3-MHz FSK-Demodulator nachschalten.

Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist mit obiger Anordnung möglich.

4. Ausblick

Eine Version für DAMA-Betrieb mit Rundstahler beim DAMA-Master ist zur Zeit im Bau und soll noch in diesem Jahr bei DBØAAI in den Testbetrieb gehen. Die Außeneinheit für den Master ist meßtechnisch bereits erprobt.

Bei den Slaves ist noch das Problem der gleichen Polarisations sowie der schnellen RX-TX-Umschaltung zu lösen. Wahrscheinlich braucht man wie beim DAMA-Master einen Vierkreisfilter vor dem LNC und ein Dreikreisfilter nach dem TX, um die notwendige Entkopplung für Halbduplex zu bekommen.

Aktuelle Informationen zu diesem Projekt findet man auf der Web-Seite von DBØWPD [2].

5. Literatur

[1] Datenblatt: www.mitelsemi.com

[2] www.ukw-tagung.de; zu finden unter „A20“



Bild 7 Dieter, DL3NQ, bei der Spiegelmontage